

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-041270

(43)Date of publication of application : 12.02.1999

(51)Int.Cl.

H04L 12/44  
H04B 10/20  
H04J 14/00  
H04J 14/02  
H04L 12/437

(21)Application number : 09-191627

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 16.07.1997

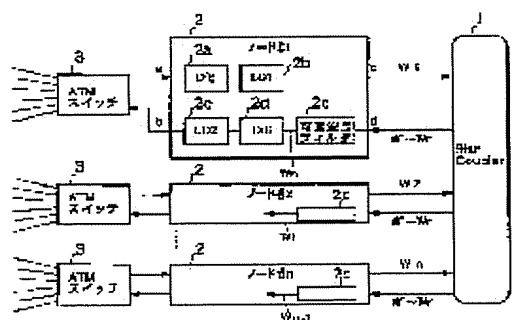
(72)Inventor : KAJIMA MASAYUKI  
NISHIGAKI YUSUKE

## (54) OPTICAL WAVELENGTH MULTIPLE NETWORK SYSTEM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To evade the discontinuation of a network even against the occurrence of a fault, to improve the using efficiency of wavelength and to easily increase the nodes by setting properly the pass bands of variable length filters placed at the nodes which are arranged in a star shape around a star coupler and forming the network in a ring shape.

**SOLUTION:** When an optical signal is inputted to a certain node device 2 from an ATM switch 3 of a lower order hierarchy, the optical signal is converted into an electric signal by an O/E(optical/electric) converter 2a. The electric signal is converted into an optical signal of the prescribed wavelength set for each node by an electric/optical modulator LD1 2b and outputted to a star coupler 1. The optical signals which are multiplexed by the coupler 1 are inputted to all nodes 2, and every variable wavelength filter 2c having the pass



wavelength inherent to each node 2 processes only the optical signal that is coincident with the pass wavelength. The selected optical signal is converted into an electric signal by an O/E converter O/E 2d and then converted again into an optical signal by an electric/optical modulator LD2 2e. This optical signal is outputted to the switch 3. Thus, it is not required to use the different wavelengths for the transmission and reception respectively.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.10.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the light wave length multiplex network system with which two or more node equipments have been arranged in the shape of a star, and were constituted focusing on the star coupler and which has physical star-like network configuration The electrical and electric equipment / an optical conversion means to change an electrical signal into the lightwave signal of two or more above-mentioned node equipments which has the wavelength of a proper to each node equipment, and to output it, respectively, The inside of the lightwave signal by which was outputted from above-mentioned electrical and electric equipment / optical conversion means in each node equipment, and multiplex was carried out in the above-mentioned star coupler, the light/electrical and electric equipment which changes into an electrical signal the lightwave signal which passed a filter means to pass only the lightwave signal of the specific wavelength beforehand set up so that logic network configuration might become ring-like, and the above-mentioned filter means -- strange Light wave length multiplex network system characterized by having \*\*\*\*\*.

[Claim 2] The light wave length multiplex network system characterized by performing a switch in a packet unit in the above-mentioned packet path switching unit while connecting a packet path switching unit to the above-mentioned node equipment and performing routing only based on wavelength with each node

equipment in a light wave length multiplex network system according to claim 1.

[Claim 3] The light wave length multiplex network system characterized by forming above-mentioned electrical and electric equipment / optical conversion means, the above-mentioned filter means, and two or more star coupler every sets of above-mentioned light / electric conversion means in the above-mentioned node equipment in a light wave length multiplex network system according to claim 1 when two or more above-mentioned star couplers exist.

[Claim 4] It is the light wave length multiplex network system characterized by the ability to change the passage wavelength of the above-mentioned filter means into arbitration suitably in a light wave length multiplex network system according to claim 1, 2, or 3.

[Claim 5] It is the light wave length multiplex network system characterized by being suitably changed based on the control signal from the server equipment connected to the above-mentioned star coupler as well as the node equipment with which the passage wavelength of the above-mentioned filter means has the filter means concerned in a light wave length multiplex network system according to claim 4.

[Claim 6] The light wave length multiplex network system characterized by having a splitter means to distribute the lightwave signal inputted into the above-mentioned node equipment from a star coupler from server equipment to a user data signal and a control signal based on the wavelength in a light wave length multiplex network system according to claim 5, and to output only a user data signal to the above-mentioned filter means.

[Claim 7] In a light wave length multiplex network system according to claim 5 to the above-mentioned server equipment A filter means to carry out sequential passage of the lightwave signal of specific wavelength changed more nearly periodically than the lightwave signal by which multiplex was carried out in the above-mentioned star coupler, Light / an electric conversion means to change into an electrical signal the lightwave signal which passed the above-mentioned filter means, and the lightwave signal outputted from each node equipment are a light wave length multiplex network system characterized by having the electrical and electric equipment / an optical conversion means to output the lightwave signal of the wavelength which differs in a band.

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the light wave length multiplex network system which realizes packet communication by the lightwave signal.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the wavelength multiplexing network system attracts attention as an optical network system suitable for improvement in the speed and large-scale-ization. Here, the system of reference 1 is explained to an example about the wavelength multiplexing network system by which the conventional proposal is made.

[0003] Reference 1: "Optically Restorable WDM Ring Network Using Simple Add/Drop Circuitry"

Bernard Glance and et al Journal of Lightwave Technology vol.14 no.1 and pp.2453-2456 nov 1996. -- this wavelength multiplexing network system consists of node equipment connected with two ring-like transmission lines which differ in the transmission direction, and the two transmission lines concerned through the optical switch, respectively, an ATM (Asynchronous Transfer Mode) switch which distributes a transmission cel, and an optical coupler which branches the output of an ATM switch.

[0004] Even if failure etc. arises, the features of this network system will be being able to use it, without suspending the network system concerned, if the connection relation between each node equipment and a ring-like transmission line is replaced before and behind a failure part.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the wavelength multiplexing network system of a configuration of having mentioned above, since the connectable number of nodes is restricted to the number of circuit of an ATM switch, it is not suitable for large-scale-izing of a system, and extension of node equipment.

[0006] For example, when switching capacity of an ATM switch was set to 2.5Gbps and transmission speed per [ which is connected ] circuit was set to 155Mbps(es), only 16 node equipments were connectable.

[0007] Moreover, in this network system, in order to use the wavelength in which transmission wave length differs from received wavelength, the number twice the number of wavelength of of nodes is needed, and the number of operating wavelength also increases (with the present wavelength multiplexing technique, about 32 waves of multiplicities are needed).

[0008] It was made in order that this invention might solve this technical problem, and large-scale-izing of a system etc. is easy, and tends to propose the wavelength multiplexing network system which does not need the number of wavelength to be used more than the number of nodes, either.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to solve this technical problem, in this invention, it is characterized by having the following means in the light wave length multiplex network system with which two or more node equipments have been arranged in the shape of a star, and were constituted focusing on the star coupler and which has physical star-like network configuration.

[0010] That is, two or more node equipments are (1), respectively. The electrical and electric equipment / an optical conversion means to change an electrical signal into the lightwave signal which has the wavelength of a proper to each node equipment, and to output it, (2) Inside of the lightwave signal by which was outputted from the electrical and electric equipment / optical conversion means in each node equipment, and multiplex was carried out in the star coupler, A filter means to pass only the lightwave signal of the specific wavelength beforehand set up so that logic network configuration might become ring-like, and (3) It is characterized by having light / an electric conversion means to change into an electrical signal the lightwave signal which passed the filter means.

[0011] Thus, in this invention, even if a failure occurs to node equipment etc. by setting up appropriately the wavelength which passes a filter means for the network system which takes the configuration of a star mold physically, and building the network system of a ring type logically, it becomes possible to avoid communication failure only by changing the passage wavelength of a filter means.

[0012] Moreover, since going up and going down use the lightwave signal of the same wavelength for a

communication link, as compared with the former, the use effectiveness of wavelength is high, can make [ many ] the number of node equipment connectable with a network system from a limit of the wavelength which can carry out multiplex, and can apply to a large-scale network system.

[0013]

[Embodiment of the Invention]

(A) Explain the 1st operation gestalt of the wavelength multiplexing network system concerning this invention using a drawing below the 1st operation gestalt. In addition, the ATM network system shall be connected to the low order hierarchy of each node equipment in the following explanation.

[0014] (A-1) \*\*\*\* of the node equipment which constitutes a wavelength multiplexing network system and this -- the wavelength multiplexing network system concerning this operation gestalt is physically characterized by using logically the network system constituted in the shape of a star as a ring-like configuration.

[0015] Hereafter, the configuration of the wavelength multiplexing network system which has this configuration is explained. Drawing 1 is a block diagram showing the physical configuration of the wavelength multiplexing network system concerning the 1st operation gestalt.

[0016] As shown in drawing 1 , this wavelength multiplexing network system consists of an optical branch circuit (henceforth a star coupler) 1, two or more node equipments 2 arranged in the shape of a star focusing on this, and two or more ATM switches 3 connected to the low order of each node equipment.

[0017] Among these, node equipment 2 is a configuration peculiar to this operation gestalt, and consists of the input/output terminals a and b used for connection with the ATM switch 3, the input/output terminals c and d used for connection with a star coupler 1, light/electric transducers 2a and 2d (O/E), the electrical and electric equipment / phototransducer (LD1, LD2) 2b and 2e, and adjustable wavelength filter 2c.

[0018] In addition, the transmitting system of node equipment 2 is constituted by input terminal a, light / electric transducer (O/E) 2a, electrical-and-electric-equipment/phototransducer (LD1), and output terminal 2c among these configurations, and the receiving system is constituted by an input terminal d, adjustable wavelength filter 2a, 2d (O/E) of light/electric transducers, and the electrical and electric equipment / phototransducer (LD2) 2e.

[0019] Here, light / electric transducer (O/E) 2a, and the electrical and electric equipment / phototransducer (LD2) 2e are the interface circuitries for connecting node equipment 2 with the ATM switch 3, respectively.

[0020] Among these, the former is a means used for changing into an electrical signal the lightwave signal inputted from the input terminal a. On the other hand, the latter is a means used for changing an electrical signal into a lightwave signal and outputting to an output terminal b, and oscillates the light wave length of 1310nm band.

[0021] Incidentally, it is a circuit used when connecting node equipment 2 and the ATM switch 3 with a lightwave signal, and this interface circuitry is unnecessary when connecting node equipment 2 and the ATM switch 3 with the interface of an electrical signal.

[0022] However, since an error rate becomes it large that the transmission speed of an interface part is high-speed in using an electrical signal for an interface, in the case of this operation gestalt, the lightwave signal is used for the interface of the ATM switch 3 and each node equipment 2.

[0023] The electrical and electric equipment / phototransducer (LD1) 2b is luminescence means to oscillate by the predetermined light wave length of 1550nm band, and is oscillated on the wavelength W1-Wn of the proper currently assigned to each node equipment.

[0024] Adjustable wavelength filter 2c is a filter which passes only the lightwave signal of the wavelength set as arbitration, and the passage wavelength has composition which can be changed suitably. In addition, with this operation gestalt, the passage wavelength of this adjustable wavelength filter 2c has set up so that logic network configuration may become ring-like, and the passage wavelength of each node equipment may not overlap the passage wavelength of other node equipments.

[0025] Light / 2d (O/E) of electric transducers are the means used for changing into an electrical signal the lightwave signal which passed adjustable wavelength filter 2c among the lightwave signals inputted from the input terminal d.

[0026] (A-2) Explain exchange actuation of the cel seen from the physical network, then exchange actuation of the cel in the wavelength multiplexing network system which has the above configuration. Here, it explains to a certain node equipment as that into which the lightwave signal of 1310nm band was inputted from the ATM switch 3 located in the low order hierarchy.

[0027] If this lightwave signal is inputted from an input terminal a, it will be changed into an electrical signal in light / electric transducer (O/E) 2a. This electrical signal is changed into the lightwave signal of 1550nm band in the electrical and electric equipment / phototransducer (LD1) 2b, and is outputted to a star coupler 1 from an output terminal c.

[0028] In addition, each output wavelength of a lightwave signal changes with node equipment 2 outputted. Here, although wavelength spacing changes with wavelength multiplexing techniques, in the case of the present system, the spacing is 0.8nm spacing. Thus, the lightwave signal of the wavelength [ equipment / each / node ] shifted little by little will be outputted, and multiplex will be carried out by the star coupler 1.

[0029] Each lightwave signal by which multiplex was carried out is inputted to all the node equipments 2 connected to the star coupler 1 by the star coupler 1. However, since adjustable wavelength filter 2c of each node equipment 2 has the passage wavelength of a proper, respectively, only the lightwave signal of the passage wavelength concerned and the congruous wavelength is actually processed within node equipment 2.

[0030] After the selected lightwave signal is changed into an electrical signal in light / 2d (O/E) of electric transducers, it is inputted into the electrical and electric equipment / phototransducer (LD2) 2c located in the next step, and is changed into the lightwave signal of 1310nm band.

[0031] And finally it is outputted to the ATM switch 3 located in the low order from an output terminal b. Thus, in the wavelength multiplexing network system of this configuration, since it is not necessary to use separate wavelength on transmission wave length and received wavelength, it is possible to connect to a network system the node equipment for several wavelength minutes by which multiplex is carried out.

[0032] In addition, in an optical network system, since attenuation of a lightwave signal occurs in each optical device which constitutes a system, respectively, the technique of compensating this with an optical amplifier is taken. However, the light wave length band which can be amplified to an optical amplifier has a limit, and it is about 30nm in the present condition.

[0033] Therefore, if wavelength multiplexing will be performed at intervals of [ of 0.8nm ] wavelength within

the limits of this, that multiplicity will turn into 32 wave extent. That is, it becomes possible to connect 32 node equipments to a network.

[0034] (A-3) Explain the setting approach of an adjustable wavelength filter, next the concrete setting approach of the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c used with this operation gestalt. He is trying for logical structure to serve as a ring configuration shown in drawing 2 in this operation gestalt by setting up the passage wavelength of each adjustable wavelength filter 2c so that the passage wavelength of other node equipments may not be overlapped, as mentioned above.

[0035] For example, in order to make the transmission direction into a clockwise rotation (right-handed rotation) in the case of the ring configuration of drawing 2, it is set as the wavelength on which the node equipment located in a counterclockwise rotation side (left-hand side) to each node equipment oscillates the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c of each node equipment 2. Thus, the sequence of ring-like node equipment can be freely changed without modification of a physical configuration by setting selection wavelength as a meaning.

[0036] (A-4) Explain concretely exchange actuation of the seen cel, then the data transfer actuation between node equipment using drawing 3 from a logic network. Here, the case where data are transmitted to terminal #2 connected to node equipment #4 from terminal #1 \*\*\*\*(ed) by node equipment #2 is explained.

[0037] First, the cel outputted from terminal #1 has the destination distinguished with the ATM switch 3 of node equipment #2, and is outputted to the transmitting side of node equipment #2.

[0038] Next, this cel is transmitted to node equipment #3 from node equipment #2, and is outputted to the ATM switch 3 connected to node equipment #3.

[0039] The cel which had the destination distinguished with this ATM switch 3 is returned to node equipment #3 (outputted to a transmitting side).

[0040] Furthermore, this cel is transmitted to node equipment #4 from node equipment #3, and is outputted to the ATM switch 3 connected to node equipment #4.

[0041] And finally the cel which had the destination distinguished with the ATM switch 3 is outputted to terminal #2.

[0042] Thus, as for data transfer, data reach the purpose terminal through node equipment and an ATM switch.

[0043] (A-5) Explain the change-over approach of the path at the time of generating of the change-over approach of a path (optical bus), then failure, etc. There are two kinds of causes of generating of a path change-over. One side is based on node failure and another side is based on concentration of traffic (load).

[0044] First, the change-over approach of the path in node failure is explained using drawing 4 and drawing 5. For example, when failure arises in node equipment #3 in drawing 4, the communication path from node equipment #2 to node equipment #4 will break off. That is, a network will stop.

[0045] In this case, a problem is solvable if node equipment #3 can be removed from a transfer path. How to remove does not add modification at all about the passage wavelength of node equipment #2, but only changes the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c of node equipment #4 to the wavelength which node equipment #2 oscillate.

[0046] Thus, although it seems to have transmitted to node equipment #4 from node equipment #3 from node equipment #2 node equipment #3 physically when it switches, node equipment #3 would be logically

removed like drawing 5 , and it will have transmitted to node equipment #4 from node equipment #2.

[0047] Next, the change-over approach of the path at the time of concentrating traffic is explained using drawing 6 and drawing 7 . In drawing 6 , the communication link to node equipment #7 from node equipment #1, the communication link to node equipment #6 from node equipment #2, and when the communication link to node equipment #5 from node equipment #3 occurs further (however, each communication link shall be a heavy load), a load will focus on node equipment #5. Although based also on the throughput of the ATM switch 3, it may become impossible in this case, to be unable to process no communication links (a packet loss occurs).

[0048] In order to avoid concentration of such a load, the technique of changing the sequence (transfer sequence) of node equipment is taken. That is, as shown in drawing 7 (B), it changes in order of node equipment #1 → node equipment #7 → node equipment #2 → node equipment #6 → node equipment #3 → node equipment #4 → node equipment #5 → node equipment #8. Thus, concentration of a load is avoidable if the transfer sequence between node equipment is changed.

[0049] the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c which constitutes node equipment #2 for the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c from which this change constitutes node equipment #7 on the oscillation wavelength W1 of node equipment #1 -- the oscillation wavelength W7 of node equipment #7 -- \*\* -- what is necessary is just to only set it as the condition to say

[0050] (A-6) the effectiveness of the 1st operation gestalt -- as mentioned above, according to the 1st operation gestalt, when the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c of each node equipment arrange in the shape of a star focusing on a star coupler be set up suitably and it be made for the logic network configuration to become ring-like, even if a failure arise, logic network configuration can be change and a network halt can be avoid.

[0051] Moreover, the large-scale wavelength multiplexing network system which can connect the node equipment for wavelength many load resultant pulse numbers is realizable.

[0052] Thereby, it is applicable also to a high speed and a large-scale network, and moreover, if it is in a limit of wavelength many load resultant pulse numbers, a system also with easy extension is realizable.

[0053] (B) Explain the 2nd operation gestalt, next the 2nd operation gestalt of the wavelength multiplexing network system concerning this invention using a drawing.

[0054] In a starting-1st above-mentioned operation gestalt network system, while who says who switches an adjustable wavelength filter, there is a title. for example, the packet which goes via node equipment if each user carries out scatteringly -- a missing child (destination node equipment is never reached) -- a situation may also be produced. Therefore, it is necessary to change all collectively.

[0055] Then, in this 2nd operation gestalt, a server is prepared on a network system and a server changes the passage wavelength of all adjustable wavelength filter 2c.

[0056] (B-1) Explain the configuration of the node equipment connected to correspondence with the block diagram 1 of the node equipment which constitutes a wavelength multiplexing network system and this, and the same part at a server using correspondence and drawing 8 which attaches and shows the same sign, and the configuration of a network system. This 2nd operation gestalt consists of a configuration of having added the server to the configuration of the 1st operation gestalt so that drawing 8 may show.

[0057] First, although it is the configuration of a server, the server consists of a terminal 5 for performing



processing like software, and node equipment 4 which performs hard processing. Since the configuration and algorithm of software are not directly related to this invention, the internal configuration of a terminal 5 and explanation of software are omitted.

[0058] Here, the configuration of the node equipment (S) 4 which a server uses is explained. As shown in drawing 8, node equipment (S) 4 consists of the electrical and electric equipment / phototransducer (LD2) 4a, adjustable wavelength filter 4b, light / electric transducer (O/E) 4c, and demultiplexer (DEMUX) 4d.

[0059] Among these, the electrical and electric equipment/phototransducer (LD2) is luminescence means to oscillate by the light wave length of 1310nm band, like the electrical and electric equipment/phototransducer (LD2) explained in the 1st operation gestalt. It is the filter means established in order that adjustable wavelength filter 4b might receive the lightwave signal from each node equipment, and the passage wavelength is changed periodically. This point differs from the 1st operation gestalt.

[0060] Moreover, demultiplexer (DEMUX) 4d is a means which separates and takes out the cel by which multiplex was carried out in the ATM switch 3. In addition, although omitted all over drawing, the selector is prepared in the this demultiplexer (DEMUX) 4d latter part, and the cel separated in the demultiplexer (DEMUX) is chosen according to a channel.

[0061] Reception actuation of a server is shown in drawing 9. As shown in drawing 9, a server operates by choosing periodically the channel assigned for every wavelength W1-Wn of each node equipment, and terminal (scanning) so that the information on all the terminals belonging to the low order hierarchy of each node equipment may be received.

[0062] Although there is no principle special about the sequence of selection, for example about what has many frequency, it may be made to make multiple-times selection among one period here. On the contrary, about what has few frequency, you may carry out as it is chosen once as two periods. That is, if the count of selection of one period is adjusted in accordance with each frequency, it is possible to raise network effectiveness.

[0063] Next, the configuration of the node equipment 2 formed in a user side is explained. Although the configuration of node equipment 2 is fundamentally the same as the configuration of the 1st operation gestalt, they differ in that the circuit which enables package control from a server is added to the configuration.

[0064] That is, in addition to the configuration in the 1st operation gestalt, in the node equipment 2 in this operation gestalt, it has the composition of having formed splitter 2f, 2g (O/E) of light/electric transducers, 2h of control circuits, and the electrical and electric equipment/phototransducer (LD2).

[0065] among these, the spectrum for dividing the light wave length of 1310nm band, and the light wave length of 1550nm band splitter 2f — it is a means. Here, the light wave length of 1310nm band is the signal of a control system, and the light wave length of 1550nm band is the signal of a data system.

[0066] 2h of control circuits is constituted so that setting modification of the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c and change-over control of the ATM switch 3 may be performed based on the control signal from a server. For this reason, based on header information, the function which divides the inputted signal into the control signal of adjustable wavelength filter 2c and the control signal of the ATM switch 3 is prepared in 2h of control circuits.

[0067] The internal configuration of 2h of control circuits is shown in drawing 10. 2h of control circuits

consists of four circuits of 4 2h 1, selector 2h2, and 2h [ of cel (packet) separation circuits ] 3 and 2h of change-over control circuits of header judging circuits.

[0068] Here, 2h of header judging circuits, while 1 sends out the inputted cel to selector 2h2 of the latter part, it is a means to control selector 2h2 based on DDA information to that of a cel.

[0069] It is the means which switches the output destination change of the cel inputted based on control of 1 2h of header judging circuits, selector 2h2 are outputted to 3 2h of cel separation circuits, when it is the cel by which an input cel controls adjustable wavelength filter 2c, and when it is the cel which controls the ATM switch 3, they are outputted to the electrical and electric equipment / phototransducer (LD2) 2i. In addition, the lightwave signal after conversion is given to the ATM switch 3.

[0070] 3 is a circuit which extracts control data from the control cel of adjustable wavelength filter 2c 2h of cel separation circuits. 2h of change-over control circuits, based on the extracted control data, 4 generates the change-over signal which carries out change-over control of the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c, and outputs this.

[0071] By the above configuration, the logical system configuration of this wavelength multiplexing network system turns into a configuration as shown in drawing 11 . any of node equipment #1-#8 by the side of the user who was connected in the shape of a ring in the case of the network system concerning this 2nd operation gestalt so that it might understand, if it compared with drawing 2 showing the logical organization of the network system concerning the 1st operation gestalt -- although -- it has the node equipment 4 by the side of a server (S), and composition \*\*\*\*(ed) altogether.

[0072] (B-2) Explain change-over actuation of passage wavelength, then change-over actuation of the wavelength by the wavelength multiplexing network system concerning this 2nd operation gestalt. In addition, since exchange actuation of an optical cel is the same as that of the 1st operation gestalt, the explanation about the part is omitted.

[0073] Here, the server should receive the alarm signal from node equipment, and should detect the abnormalities of node equipment. In this case, by scanning all the channels of each wavelength periodically based on drawing 9 , a server grasps the traffic situation in that time, is the timing to which the communication link broke off, and transmits the control cel which directs the change of the passage wavelength of that adjustable wavelength filter 2c to the node equipment 2 by the side of a user. In addition, since \*\*\*\* of an ATM network system performs data transfer after setting up a call, after it stops a setup of a call, it transmits the control cel which controls the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c.

[0074] Here, the wavelength information which the node equipment changes to the information on the node equipment which switches is included in the data of the control cel transmitted.

[0075] Drawing 12 shows the case where a failure is in node equipment #3. Node equipment #3 output an alarm signal and a server receives this signal. And traffic is checked with a scan and a change-over signal is outputted to node equipment #4 to suitable timing. With the signal from a server, node equipment #4 change the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c into W2 from W3 till then. Thereby, a network halt is avoided.

[0076] In addition, the approach of changing a path (optical bus) according to the situation of traffic is difficult. It is because the hits of the transmission line are carried out at the time of a change. Therefore, the change by concentration of traffic must be performed by carrying out a certain amount of prediction.

[0077] (B-3) the effectiveness of the 2nd operation gestalt -- since a server manages the whole network system and the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c of the node equipment 2 which has a server in a user side is switched under the management in the time of an abnormal occurrence etc. as mentioned above according to the 2nd operation gestalt, node device failure is exactly [ quickly and ] avoidable.

[0078] (C) Explain the 3rd operation gestalt, next the 3rd operation gestalt about the wavelength multiplexing network system concerning this invention using a drawing. In addition, this operation gestalt is an operation gestalt on condition of the system configuration concerning the 2nd above-mentioned operation gestalt, and, specifically, is an operation gestalt about the communication mode which realizes the communication link between the user terminals of arbitration. Therefore, the basic configuration and activity are the same as the case of the 2nd operation gestalt.

[0079] (C-1) a communication mode -- here explains the communication procedure between user terminals using drawing 20 and drawing 21 . In addition, drawing 20 expresses the communication path formed between a server and a user terminal, and drawing 21 expresses the outline of the communication procedure performed in case a user 1 performs data transfer to a user 2.

[0080] The server is scanning whether there is any commo data from the user terminal which has switched the combination of the node equipment (wavelength) and the channel to receive one by one, and is specified in combination to a server by changing a demultiplexer (DEMUX) 4d selector to adjustable wavelength filter 4b periodically.

[0081] By the way, a demand cel is repeated and a user terminal 1 is continuing transmitting until the check of the demand cel of self-equipment having been received from the server is notified.

[0082] Soon, in accordance with the channel of a user terminal 1, the demand cel of a user terminal 1 is received for the channel which a server receives.

[0083] Then, while a server continues scanning actuation, it answers ACK (response of reception) which notifies having received the demand cel from the terminal concerned normally to the user terminal 1 to a user terminal 1 by the multicast method.

[0084] A user terminal 1 will stop transmission of a demand cel, if this ACK is received.

[0085] On the other hand, a server transmits a setting cel (the notice of a demand, and setup of an ATM switch) required in order to set up a call by the multicast method following transmission of this ACK. When these reach both user terminals 1 and 2, a call is set up among both.

[0086] A user terminal 1 starts a data transfer to a user terminal 2 this back. The above is the situation of the communication procedure performed at the time of the communication link between users.

[0087] (C-2) the effectiveness of the 3rd operation gestalt -- as mentioned above, according to the 3rd operation gestalt, when all user terminals can access with a server, a setup of a call is attained in advance of communication link initiation.

[0088] Moreover, in the same network, since it can communicate with a server, network installation is simple.

[0089] (D) Explain the 4th operation gestalt, then the 4th operation gestalt of the wavelength multiplexing network system concerning this invention using a drawing. In addition, it is an operation gestalt on condition of the system configuration which starts the 2nd above-mentioned operation gestalt also about this operation gestalt, and is the same as that of the configuration of the 2nd operation gestalt about other

configurations except the point which differs in the configuration of server node equipment. Therefore, the following explanation explains only about the difference.

[0090] (D-1) The configuration of server node (equipment S) 4' concerning this operation gestalt is shown in the block diagram 15 of server node equipment. In addition, drawing 15 attaches and shows correspondence and the same sign to correspondence with drawing 8 , and the same part.

[0091] In addition to the configuration of the server node equipment (S) explained with the 2nd operation gestalt, server node (equipment S) 4' concerning this operation gestalt differs in that 4h of monitor circuits which supervise virtual channel (VC) filter 4e which identifies the header of a cel, buffer 4f, selector 4g, and a traffic situation was newly prepared so that drawing 15 may show.

[0092] In addition, the cel of each channel which branched in demultiplexer (DEMUX) 4d is given to VC filter 4e and selector 4g through the signal line which corresponds, respectively.

[0093] Moreover, buffer 4f, when the cel addressed to a server reaches two or more coincidence, since cel abandonment is not produced, it is prepared.

[0094] (D-2) Explain reception actuation of server node equipment, next the actuation in the wavelength multiplexing network system which has server node equipment of the above configuration. However, since activity other than server node equipment 4' is the same as that of the 2nd operation gestalt, it explains only difference here.

[0095] Two or more wavelength by which multiplex was carried out on the star coupler 1 is inputted into adjustable wavelength filter 4b which constitutes server node equipment 4'. Here, since the passage wavelength of adjustable wavelength filter 4b is periodically switched by the control signal given from the server terminal 5, only any one wavelength is periodically outputted to latter light / electric transducer (O/E) 4c among the wavelength by which multiplex is carried out.

[0096] By the way, although multiplex [ of the cel of two or more channels corresponding to terminal each belonging to the low order hierarchy of the node equipment corresponding to the wavelength concerned ] is carried out to each wavelength, these are separated in demultiplexer (DEMUX) 4d.

[0097] The multiplex cel separated by the demultiplexer (DEMUX) is given to the VC filters 4e and 4g. Here, VC filter 4e passes only the cel addressed to a server from a cel header. That is, only a required cel is sampled out of a lot of data so that drawing 16 may show (a cel "1", "2", "3", and "4" sample, and the cel expressed with the slash is discarded.).

[0098] In the case of this 4th operation gestalt, this means that it becomes unnecessary to scan about no channels like the 2nd operation gestalt. Therefore, scanning time amount turns into only time amount of the wavelength scan performed by adjustable wavelength filter 4b, and can guarantee more nearly high-speed actuation as compared with the 2nd operation gestalt. For example, when wavelength used in a network is made into 16 waves and reading time amount per wave is further set to 2ms, the time amount which one period takes is good in 32ms.

[0099] Next, monitor actuation of a traffic situation is explained. Although the multiplex cel separated in demultiplexer (DEMUX) 4d is made to input into selector 4g in this operation gestalt as mentioned above, this selector 4g, each channel is chosen periodically and the cel of the selected channel is counted in 4h of monitor circuits. A count result will be passed to a server terminal from 4h of monitor circuits, and the monitor of the traffic situation in a server terminal of it is attained.

[0100] In addition, although the selector 4g change-over signal is given from the server terminal, you may make it give what was generated using the timer within node equipment about this change-over signal in drawing 15 . However, if it is made to give from a server terminal, there is an advantage which can set up spacing of selection flexibly.

[0101] (D-3) the effectiveness of the 4th operation gestalt -- since it is not necessary to consider scanning actuation in server node equipment 4' only as the scan of selection wavelength, and to perform scanning actuation of a channel as mentioned above according to the 4th operation gestalt, total time amount which a scan takes can be shortened. That is, compaction of the time amount which call connection takes is realizable.

[0102] (E) Explain the 5th operation gestalt, then the 5th operation gestalt of the wavelength multiplexing network system concerning this invention using a drawing.

[0103] The wavelength multiplexing network system concerning this 5th operation gestalt is characterized by installing the network configuration concerning the 1st operation gestalt in a duplex. That is, if another system is normal even if system of one of the two breaks down while realizing distributing concentration of a load and communicating efficiently by supposing that network configuration is double, although communication link effectiveness may fall, it will enable access with other node equipment.

[0104] (E-1) Explain the configuration of node equipment, and the configuration of a network system to correspondence with the block diagram 1 of the node equipment which constitutes a wavelength multiplexing network system and this, and the same part using correspondence and drawing 17 which attaches and shows the same sign.

[0105] The network system concerning the 5th operation gestalt consists of star-like networks (on a physical network) of the duplex centering on two star couplers 1 so that the above-mentioned explanation and drawing 17 may show.

[0106] For this reason, two configurations of the node equipment explained with the 1st operation gestalt are prepared for each node equipment 2 corresponding to each star-like network. That is, the transmitting system of the node equipment 2 concerning this operation gestalt consists of light / an electric transducer (O/E) two a1 and two a2, and the electrical and electric equipment / phototransducer (LD1, LD2) 2b1 and 2b2 of a pair. Moreover, the receiving system of node equipment 2 consists of 1 and 2d2, and the electrical and electric equipment / phototransducer (LD3, LD4) two e1 and two e2 the adjustable wavelength filter 2c1 of a pair and 2c2, and 2d (O/E) of light/electric transducers.

[0107] In addition, the electrical and electric equipment / phototransducer (LD1, LD2) 2b1, and 2b2 of a transmitting system are a luminescence means to all oscillate the light wave length of 1550nm band, and each of electrical and electric equipment / phototransducers two e1 of a receiving system (LD3, LD4), and two e2 is luminescence means to oscillate the light wave length of 1310nm band.

[0108] By the way, it is an interface circuitry which is needed when making the interface of node equipment 2 and the ATM switch 3 into a lightwave signal, as explained also in the 1st operation gestalt, and when the light / electric transducer two a1 of a transmitting system (O/E) and two a2, and the electrical and electric equipment / phototransducer two e1 of a receiving system (LD3, LD4), and two e2 use an electrical signal as an interface, it is unnecessary.

[0109] In addition, also in this operation gestalt, it explains to the interface of node equipment 2 and the ATM

switch 3 too as what uses a lightwave signal. This is because an error rate becomes it large that the transmission speed of an interface part is high-speed.

[0110] (E-2) Explain exchange actuation of the cel seen from the physical network, then exchange actuation of the optical cel performed in the wavelength multiplexing network system which has the above configuration.

[0111] The lightwave signal of 1310nm band is independently inputted into each node equipment through a respectively different network from the ATM switch 3 located in the low order hierarchy. Once the lightwave signal concerned is changed into an electrical signal using the light / electric transducer two a1 of the network which corresponds, respectively (O/E), and two a2, it is changed into the lightwave signal of 1550nm band, and is outputted to a star coupler 1 by the electrical and electric equipment / phototransducer (LD1, LD2) 2b1, and 2b2.

[0112] Here, each wavelength of the lightwave signal outputted from each of the electrical and electric equipment / phototransducer (LD1, LD2) 2b1, and 2b2 is the same. In addition, as for the wavelength of this lightwave signal, the wavelength of a proper is assigned for every node equipment. Although wavelength spacing of the lightwave signal outputted from each [ these ] node equipment 2 is based also on a wavelength multiplexing technique, the present condition is 0.8nm spacing.

[0113] Thus, from each node equipment, the lightwave signal which differs in wavelength little by little is outputted, and multiplex is separately carried out on two star couplers 1.

[0114] Thus, although the lightwave signals W1-Wn by which multiplex was carried out on the star coupler 1 will be inputted into node equipment 2 from a star coupler 1, only the lightwave signal of the adjustable wavelength filter 2c1 and the passage wavelength of 2c2 which constitute each node equipment, and wavelength in agreement is chosen like the case of the 1st operation gestalt, and they pass the filter concerned.

[0115] And the selected lightwave signal is changed into an electrical signal by 1 and 2d2 light / 2d (O/E) of electric transducers, is changed into the lightwave signal of 1310nm band in the electrical and electric equipment / phototransducer (LD3, LD4) two e1, and two e2, and is outputted to the ATM switch 3, respectively. It is possible to connect the node equipment for wavelength many load resultant pulse numbers with a natural thing also in the case of this 3rd operation gestalt.

[0116] In addition, in an optical network system, since attenuation of a lightwave signal occurs in each optical device which constitutes a system, respectively, the technique of compensating this with an optical amplifier is taken. However, an optical amplifier has the light wave length band limit which can be amplified, and it is about 30nm in the present condition.

[0117] Therefore, if wavelength multiplexing will be performed at intervals of [ of 0.8nm ] wavelength within the limits of this, that multiplicity will turn into 32 wave extent. That is, 32 node equipments are connectable with a network.

[0118] (E-3) As explained also in the setting approach of an adjustable wavelength filter, now the 1st operation gestalt, if the network system concerning this operation gestalt chooses suitably the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c which constitutes each node equipment, each node equipment can be logically connected in the shape of a ring.

[0119] That is, in the case of the 3rd operation gestalt, as shown in drawing 18 , the logical network

configuration serves as a double ring configuration. However, in the case of this drawing 18, he has set up wavelength respectively different as two adjustable wavelength filters 2c1 which constitute each node equipment, and passage wavelength of 2c2, and is trying for the logic network-like transmission direction to serve as reverse sense mutually.

[0120] Of course, selection of passage wavelength is free and good also as the passage wavelength with two adjustable wavelength filters 2c1 and 2c2. [ same ] Anyway, logic network configuration can be changed freely, without adding modification to physical network configuration, if the adjustable wavelength filter 2c1 and the passage wavelength of 2c2 are changed.

[0121] (E-4) Explain exchange actuation of the seen cel, then the data transfer actuation between node equipment using drawing 19 from a logic network. Here, the case where data are transmitted in both directions is explained among terminal #2 connected to terminal #1 connected to node equipment #2, and node equipment #4.

[0122] First, the cel outputted from terminal #1 has the destination distinguished with the ATM switch 3 of node equipment #2, and is outputted to a clockwise (right-handed rotation) transmitting side to node equipment #2. Moreover, the cel outputted from one terminal #2 has the destination distinguished with the ATM switch 3 of node equipment #4, and is outputted to a counterclockwise (left-handed rotation) transmitting side to node equipment #4.

[0123] Thus, next, the cel outputted from terminal #1 is transmitted to node equipment #3 from node equipment #2, and is outputted to the ATM switch 3 connected to node equipment #3. On the other hand, the cel outputted from terminal #2 is also transmitted to node equipment #3 from node equipment #4, and is outputted to the ATM switch 3 which connects with node equipment #3.

[0124] With the ATM switch 3 of node equipment #3, about each cel, if the destination is distinguished from the header, it will return to the transmitting system to which node equipment #3 correspond (about the cel outputted to the clockwise (right-handed rotation) transmitting system from terminal #2 about the cel outputted from terminal #1, it outputs to a counterclockwise (left-handed rotation) transmitting system).

[0125] Furthermore, the cel outputted from terminal #1 is transmitted to node equipment #4 from node equipment #3, and is outputted to the ATM switch 3 connected to node equipment #4. Moreover, the cel outputted from terminal #2 is transmitted to node equipment #2 from node equipment #3, and is outputted to the ATM switch 3 connected to node equipment #2.

[0126] And the cel outputted from terminal #1 has the destination finally distinguished with the ATM switch 3 connected to node equipment #4, and reaches to terminal #2. On the other hand, finally, the cel outputted from terminal #2 has the destination distinguished with the ATM switch 3 connected to node equipment #2, and reaches to terminal #1.

[0127] Thus, the cel outputted from the terminal reaches the target terminal through 1 or two or more node equipments 2, and the ATM switch 3. In addition, above-mentioned bidirectional data transfer can be carried out to coincidence also between another node equipment in a double ring like [ between the terminal 3 shown in drawing 19, and 4 ].

[0128] (E-5) Explain the change-over approach of the path at the time of generating of the change-over approach of a path (optical bus), then failure, etc. There are two kinds of causes of generating of a path change-over. The thing and another side which depend one side on node failure are based on concentration

of traffic (load).

[0129] First, the change-over approach of the path in node failure is explained using drawing 20 and drawing 21 . For example, when the receiving system for clockwise rotations (right-handed rotation) or transmitting system of node equipment #7 in drawing 21 breaks down, the communication path from node equipment #6 to node equipment #8 will break off. That is, a clockwise (right-handed rotation) network will stop.

[0130] In this case, a problem is solvable if node equipment #7 can be removed from a transfer path. how to remove -- the passage wavelength of node equipment #6 -- in any way -- modification -- not adding -- the clockwise rotation (right-handed rotation) of node equipment #8 -- business -- what is necessary is just to change the selection wavelength of adjustable wavelength filter 2c to the wavelength which node equipment #6 oscillate

[0131] Thus, although it seems to have transmitted to node equipment #8 from node equipment #7 from node equipment #6 node equipment #7 physically when it switches, node equipment #7 would be logically removed from the clockwise (right-handed rotation) ring like drawing 21 , and it will have transmitted to node equipment #8 from node equipment #6.

[0132] In addition, about the ring of the circumference of an anti-clock (left-handed rotation), since the failure has not occurred, the terminal connected to node equipment #7 is not separated from a network.

[0133] Next, the change-over approach of the path at the time of concentrating traffic is explained using drawing 22 and drawing 23 . In drawing 22 , both communication link between node equipment #1 and node equipment #6, the communication link to node equipment #7 from node equipment #8, and when the communication link to node equipment #8 from node equipment #5 occurs further (however, each communication link shall be a heavy load), a load focuses between node equipment #7 with which the path lapped, and node equipment #8, and there is a possibility that a cel loss may occur.

[0134] In order to avoid concentration of such a load, the technique of changing the sequence (transfer sequence) of node equipment is taken. Namely, a clockwise (right-handed rotation) path is set to node equipment #1 → node equipment #2 → node equipment #3 → node equipment #4 → node equipment #5 → node equipment #7 → node equipment #8 → node equipment #6 like drawing 23 . A counterclockwise (left-handed rotation) path is changed in order of node equipment #1 → node equipment #6 → node equipment #8 → node equipment #7 → node equipment #5 → node equipment #4 → node equipment #3 → node equipment #2. Thus, concentration of a load is avoidable if the transfer sequence between node equipment is changed.

[0135] This change should just set the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c which constitutes node equipment #1 for the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c which constitutes node equipment #6 for adjustable wavelength filter 2c which constitutes node equipment #7 on the oscillation wavelength W5 of node equipment #5 from a ring of the circumference of a clock (right-handed rotation) on the oscillation wavelength W8 of node equipment #8 as the oscillation wavelength W6 of node equipment #6.

[0136] Moreover, what is necessary is just to set the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c which constitutes node equipment #5 for the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c which constitutes node equipment #8 for the passage wavelength of adjustable wavelength filter 2c which constitutes node equipment #6 on the oscillation wavelength W1 of node equipment #1 from a



counterclockwise (left-handed rotation) ring on the oscillation wavelength W6 of node equipment #6 as the oscillation wavelength W7 of node equipment #7. At this time, the transfer sequence between node equipment becomes like drawing 24 .

[0137] (E-6) the effectiveness of the 5th operation gestalt -- according to the 5th operation gestalt, as mentioned above, the degree of freedom of modification of the logic network at the time of generating a failure can be raised more to node equipment etc. by making a ring configuration into a duplex and having enabled it to realize a transfer of a cel based on the transfer path set up according to the individual, respectively.

[0138] The terminal connected to the node equipment which the failure generated by this can avoid a failure, without being separated from a network.

[0139] Moreover, concentration of traffic is avoidable similarly by reconfiguring the optimal logical network also by \*\*\*\* which the bidirectional heavy load communication link generated.

[0140] Furthermore, since connection of the node equipment for wavelength many load resultant pulse numbers is possible, if it is in a limit of wavelength many load resultant pulse numbers, extension will also be possible [ a high speed and a large-scale network can be built, and ].

[0141] (F) although the case where the network system applied to the 1st operation gestalt in the 5th above-mentioned operation gestalt which is other operation gestalten was formed in a duplex was described -- not only this but the 2- also when forming the network system concerning the 4th operation gestalt in a duplex, it can apply. In addition, the terminal which generalizes two servers may be prepared in this case.

[0142] Moreover, in the 5th above-mentioned operation gestalt, although the network system was considered as the double configuration, of course, it is not restricted to this and you may carry out multiplex [ of the three or more network systems ].

[0143] furthermore, above-mentioned the 1- in the 5th operation gestalt, although the case where a cel was transmitted was described, when transmitting a packet, or when transmitting a frame, it can apply.

[0144]

[Effect of the Invention] As mentioned above, it is (1) to each of two or more node equipments which constitute a light wave length multiplex network system according to this invention. The electrical and electric equipment / an optical conversion means to change an electrical signal into the lightwave signal which has the wavelength of a proper to each node equipment, and to output it, (2) Inside of the lightwave signal by which was outputted from the electrical and electric equipment / optical conversion means in each node equipment, and multiplex was carried out in the star coupler, A filter means to pass only the lightwave signal of the specific wavelength beforehand set up so that logic network configuration might become ring-like, (3) By having light / an electric conversion means to change into an electrical signal the lightwave signal which passed the filter means, and using the network system which takes the configuration of a star mold physically as a network system of a ring type Modification of a communication path is easy and can realize the light wave length multiplex network system also suitable for large-scale-ization of a network system.

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-41270

(43)公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 L 12/44

H 0 4 L 11/00

3 4 0

H 0 4 B 10/20

H 0 4 B 9/00

N

H 0 4 J 14/00

E

14/02

H 0 4 L 11/00

3 3 1

H 0 4 L 12/437

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平9-191627

(22)出願日 平成9年(1997) 7月16日

(71)出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72)発明者 鹿嶋 正幸

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

(72)発明者 西垣 祐介

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

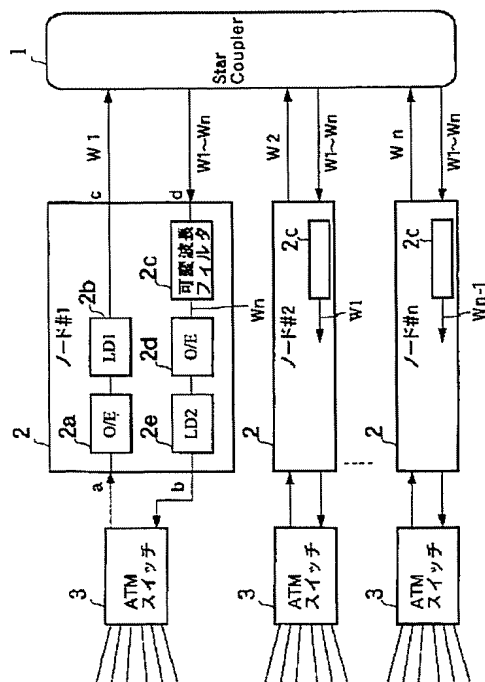
(74)代理人 弁理士 工藤 宣幸

(54)【発明の名称】 光波長多重ネットワークシステム

(57)【要約】

【課題】 接続できるノード装置数の2倍の波長が必要であった。

【解決手段】 物理的にはスター型の構成を採る光波長多重ネットワークシステムのノード装置のそれぞれに、(1) 電気信号を、各ノード装置に固有の波長を有する光信号に変換して出力する電気／光変換手段と、(2) 各ノード装置における電気／光変換手段から出力されスターカプラにおいて多重された光信号のうち、論理ネットワーク構成がリング状になるように予め設定された特定波長の光信号のみを通過させるフィルタ手段と、(3) フィルタ手段を通過した光信号を、電気信号に変換する光／電気変換手段とを備えるようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スターカプラを中心に複数のノード装置がスター状に配置されて構成された、スター状の物理ネットワーク構成を有する光波長多重ネットワークシステムにおいて、

上記複数のノード装置のそれぞれが、電気信号を、各ノード装置に固有の波長を有する光信号に変換して出力する電気／光変換手段と、各ノード装置における上記電気／光変換手段から出力され上記スターカプラにおいて多重された光信号のうち、論理ネットワーク構成がリング状になるように予め設定された特定波長の光信号のみを通過させるフィルタ手段と、上記フィルタ手段を通過した光信号を、電気信号に変換する光／電気変換手段とを備えることを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、上記ノード装置にパケット経路切換装置を接続し、各ノード装置では波長のみに基づいたルーティングを実行する一方、上記パケット経路切換装置ではパケット単位での切り換えを実行させるようにしたことを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、上記スターカプラが複数存在する場合、上記ノード装置には、上記電気／光変換手段、上記フィルタ手段及び上記光／電気変換手段が、各スターカプラごとと複数組設けられていることを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【請求項 4】 請求項 1、2 又は 3 に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、上記フィルタ手段の通過波長は、適宜任意に変更し得ることを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、上記フィルタ手段の通過波長は、当該フィルタ手段を有するノード装置と同じく上記スターカプラに接続されているサーバ装置からの制御信号に基づいて適宜変更され得ることを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、上記ノード装置には、スターカプラより入力される光信号をその波長に基づいてユーザデータ信号とサーバ装置からの制御信号とに分配し、ユーザデータ信号のみを上記フィルタ手段に出力するスプリット手段を有することを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

【請求項 7】 請求項 5 に記載の光波長多重ネットワークシステムにおいて、上記サーバ装置には、上記スターカプラにおいて多重された光信号より、周期的に変更される特定波長の光信号を順次通過させるフィルタ手段と、上記フィルタ手段を通過した光信号を、電気信号に

変換する光／電気変換手段と、各ノード装置から出力される光信号とは帯域を異にする波長の光信号を出力する電気／光変換手段とを有することを特徴とする光波長多重ネットワークシステム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光信号によるパケット通信を実現する光波長多重ネットワークシステムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、高速化と大規模化に適した光ネットワークシステムとして、波長多重ネットワークシステムが注目されている。ここでは、文献 1 のシステムを例に、従来提案されている波長多重ネットワークシステムについて説明する。

【0003】 文献 1：「Optically Restorable WDM Ring Network Using Simple Add/Drop Circuitry」 Bernard Glance, et al., Journal of Lightwave Technology, vol.14, no.1, pp.2453-2456, nov 1996. この波長多重ネットワークシステムは、伝送方向を異にする 2 つのリング状伝送路と、当該 2 つの伝送路とそれぞれ光スイッチを介して接続されたノード装置と、伝送セルを振り分ける ATM (Asynchronous Transfer Mode) スwitch と、ATM スwitch の出力を分岐する光カプラとで構成されている。

【0004】 このネットワークシステムの特長は、故障等が生じて、障害箇所の前後で、各ノード装置とリング状伝送路との間の接続関係を入れ替えれば、当該ネットワークシステムを停止せずに使用できることである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上述した構成の波長多重ネットワークシステムにおいては、接続可能なノード数が ATM スwitch の回線数に制限されるため、システムの大規模化とノード装置の増設に適さない。

【0006】 例えば、ATM スwitch のスイッチング能力を 2.5 Gbps とし、接続される 1 回線当たりの伝送速度を 155 Mbps とすると、16 台のノード装置しか接続できなかった。

【0007】 また、このネットワークシステムでは、送信波長と受信波長とで異なる波長を使用するため、ノード数の 2 倍の波長数が必要になり、使用波長数も多くなる（現状の波長多重技術では、多重度が 32 波程度必要となる）。

【0008】 本発明は、かかる課題を解決するためなされたもので、システムの大規模化等が容易で、かつ、使用する波長数もノード数以上には必要としない波長多重ネットワークシステムを提案しようとするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】 かかる課題を解決するた

め、本発明においては、スターカプラを中心に複数のノード装置がスター状に配置されて構成された、スター状の物理ネットワーク構成を有する光波長多重ネットワークシステムにおいて、以下の手段を備えることを特徴とする。

【0010】すなわち、複数のノード装置のそれぞれが、(1) 電気信号を、各ノード装置に固有の波長を有する光信号に変換して出力する電気／光変換手段と、(2) 各ノード装置における電気／光変換手段から出力されスターカプラにおいて多重された光信号のうち、論理ネットワーク構成がリング状になるように予め設定された特定波長の光信号のみを通過させるフィルタ手段と、(3) フィルタ手段を通過した光信号を、電気信号に変換する光／電気変換手段とを備えることを特徴とする。

【0011】このように、本発明においては、物理的にはスター型の構成を採るネットワークシステムを、フィルタ手段を通過させる波長を適切に設定して論理的にはリング型のネットワークシステムを構築することにより、ノード装置等に障害が発生しても、フィルタ手段の通過波長を変更するだけで通信障害を回避することが可能となる。

【0012】また、通信には、上りも下りも同一波長の光信号を用いるため、従来に比して波長の利用効率が高く、多重できる波長の制限からネットワークシステムに接続できるノード装置の数を多くでき、大規模なネットワークシステムに適用可能である。

【0013】

【発明の実施の形態】

(A) 第 1 の実施形態

以下、本発明に係る波長多重ネットワークシステムの第 1 の実施形態を、図面を用いて説明する。なお、以下の説明では、各ノード装置の下位階層には、ATMネットワークシステムが接続されているものとする。

【0014】(A-1) 波長多重ネットワークシステム及びこれを構成するノード装置の構成  
この実施形態に係る波長多重ネットワークシステムは、物理的にはスター状に構成されているネットワークシステムを、論理的にはリング状の構成として用いることを特徴とするものである。

【0015】以下、かかる構成を有する波長多重ネットワークシステムの構成について説明する。図 1 は、第 1 の実施形態に係る波長多重ネットワークシステムの物理構成を表したブロック図である。

【0016】図 1 に示すように、この波長多重ネットワークシステムは、光分岐回路（以下、スターカプラという。）1 と、これを中心にスター状に配置された複数のノード装置 2 と、各ノード装置の下位に接続された複数の ATM スイッチ 3 とで構成されている。

【0017】このうち、ノード装置 2 は、本実施形態に特有の構成であり、ATM スイッチ 3 との接続に用いる

入出力端子 a 及び b と、スターカプラ 1 との接続に用いる入出力端子 c 及び d と、光／電気変換器 (O/E) 2 a 及び 2 d と、電気／光変換器 (LD1、LD2) 2 b 及び 2 e と、可変波長フィルタ 2 c とで構成されている。

【0018】なお、これら構成のうち、ノード装置 2 の送信系は、入力端子 a、光／電気変換器 (O/E) 2 a、電気／光変換器 (LD1)、出力端子 2 c によって構成され、受信系は、入力端子 d、可変波長フィルタ 2 a、光／電気変換器 (O/E) 2 d、電気／光変換器 (LD2) 2 e によって構成されている。

【0019】ここで、光／電気変換器 (O/E) 2 a 及び電気／光変換器 (LD2) 2 e は、それぞれ、ノード装置 2 を ATM スイッチ 3 と接続するためのインタフェース回路である。

【0020】このうち、前者は入力端子 a から入力された光信号を電気信号に変換するのに使用される手段である。一方、後者は電気信号を光信号に変換して出力端子 b へ出力するのに使用される手段であり、1310nm 帯の光波長を発振する。

【0021】因みに、このインタフェース回路は、ノード装置 2 と ATM スイッチ 3 とを光信号で接続する場合に用いられる回路であり、ノード装置 2 と ATM スイッチ 3 とを電気信号のインタフェースで接続する場合には不要である。

【0022】ただし、インタフェースに電気信号を用いる場合には、インタフェース部分の伝送速度が高速であるとエラーレートが大きくなるので、本実施形態の場合には、ATM スイッチ 3 と各ノード装置 2 とのインタフェースに光信号を用いている。

【0023】電気／光変換器 (LD1) 2 b は、1550nm 帯の所定の光波長で発振する発光手段であり、各ノード装置に割り当てられている固有の波長 W1～Wn で発振する。

【0024】可変波長フィルタ 2 c は、任意に設定された波長の光信号のみを通過させるフィルタであり、その通過波長は、適宜変更し得る構成となっている。なお、この実施形態では、この可変波長フィルタ 2 c の通過波長が、論理ネットワーク構成がリング状となるように、各ノード装置の通過波長が他のノード装置の通過波長と重複しないように設定している。

【0025】光／電気変換器 (O/E) 2 d は、入力端子 d から入力された光信号のうち可変波長フィルタ 2 c を通過した光信号を電気信号に変換するのに使用される手段である。

【0026】(A-2) 物理ネットワーク上から見たセルの交換動作  
続いて、以上の構成を有する波長多重ネットワークシステムにおけるセルの交換動作を説明する。ここでは、あるノード装置に対し、その下位階層に位置する ATM ス

イッチ3から1310nm帯の光信号が入力されたものとして説明する。

【0027】この光信号は、入力端子aから入力されると、光／電気変換器(O/E)2aにおいて電気信号に変換される。この電気信号は、電気／光変換器(LD1)2bにおいて1550nm帯の光信号に変換され、出力端子cからスターカプラ1へと出力される。

【0028】なお、光信号の各出力波長は出力されるノード装置2によって異なる。ここで、波長間隔は波長多重技術により異なるが、現状のシステムの場合、その間隔は0.8nm間隔である。このように、各ノード装置から少しづつずれた波長の光信号が出力され、スターカプラ1で多重されることになる。

【0029】スターカプラ1で多重された光信号は、いずれもスターカプラ1に接続されている全てのノード装置2に対して入力される。ただし、各ノード装置2の可変波長フィルタ2cは、それぞれ固有の通過波長を有しているため、当該通過波長と一致した波長の光信号のみが実際にノード装置2内で処理される。

【0030】選択された光信号は、光／電気変換器(O/E)2dにおいて電気信号に変換された後、次段に位置する電気／光変換器(LD2)2cに入力され、1310nm帯の光信号に変換される。

【0031】そして、最終的には、出力端子bからその下位に位置するATMスイッチ3へ出力される。このように、この構成の波長多重ネットワークシステムにおいては、送信波長と受信波長とで別々の波長を用いずに済むので、多重される波長数分のノード装置をネットワークシステムに接続することが可能である。

【0032】なお、光ネットワークシステムにおいては、システムを構成する各光デバイスにおいてそれぞれ光信号の減衰が発生するので、これを光増幅器で補う手法が採られる。しかし、光増幅器には増幅できる光波長帯域に制限があり、現状では30nm程度である。

【0033】従って、この範囲内で、波長間隔0.8nmで波長多重を行うことにすると、その多重度は32波程度となる。すなわち、32台のノード装置をネットワークに接続することが可能となる。

【0034】(A-3)可変波長フィルタの設定方法  
次に、この実施形態で用いる可変波長フィルタ2cの通過波長の具体的な設定方法について説明する。前述したように、この実施形態においては、各可変波長フィルタ2cの通過波長を他のノード装置の通過波長と重複しないように設定することにより、論理的な構造が、図2に示すリング形状となるようにしている。

【0035】例えば、図2のリング構成の場合、伝送方向を時計回り(右回り)とするには、各ノード装置2の可変波長フィルタ2cの通過波長を、各ノード装置に対して反時計回り側(左側)に位置するノード装置が発振する波長に設定する。このように、選択波長を一意に設

定することで、物理的構成の変更なしに、リング状のノード装置の順番を自由に変更できる。

【0036】(A-4)論理ネットワーク上から見たセルの交換動作

続いて、ノード装置間のデータ転送動作を、図3を用いて具体的に説明する。ここでは、ノード装置#2に接続されている端末#1からノード装置#4に接続されている端末#2にデータを転送する場合について説明する。

【0037】まず、端末#1から出力されたセルは、ノード装置#2のATMスイッチ3で宛先を判別され、ノード装置#2の送信側へ出力される。

【0038】次に、このセルは、ノード装置#2からノード装置#3へ転送され、ノード装置#3に接続されているATMスイッチ3に出力される。

【0039】このATMスイッチ3で宛先を判別されたセルは、ノード装置#3へ戻される(送信側へ出力される)。

【0040】さらに、このセルは、ノード装置#3からノード装置#4へ転送され、ノード装置#4に接続されているATMスイッチ3に出力される。

【0041】そして、ATMスイッチ3で宛先を判別されたセルは、最終的に、端末#2へ出力される。

【0042】このように、データ転送は、ノード装置及びATMスイッチを介して目的端末にデータが届く。

【0043】(A-5)経路(光バス)の切換方法  
続いて、故障等の発生時における経路の切換方法について説明する。経路切換の発生原因は2種類ある。一方はノード故障によるものであり、もう一方はトラヒック(負荷)の集中によるものである。

【0044】まず、ノード故障の場合における経路の切換方法を、図4及び図5を用いて説明する。例えば、図4におけるノード装置#3に故障が生じた場合、ノード装置#2からノード装置#4への通信経路は途切れてしまう。すなわち、ネットワークが停止してしまう。

【0045】この場合、ノード装置#3を転送経路から外すことができれば問題を解決できる。外し方は、ノード装置#2の通過波長については何ら変更を加えず、ノード装置#4の可変波長フィルタ2cの通過波長をノード装置#2が発振する波長に切り替えるだけである。

【0046】このように切り換えると、物理的にはノード装置#2からノード装置#3へ、ノード装置#3からノード装置#4へ転送しているように見えるが、論理的には図5のようにノード装置#3を外してノード装置#2からノード装置#4へ転送していることになる。

【0047】次に、トラヒックが集中した場合における経路の切換方法を、図6及び図7を用いて説明する。図6においては、ノード装置#1からノード装置#7への通信、ノード装置#2からノード装置#6への通信、さらにノード装置#3からノード装置#5への通信が発生した場合(但し、各通信は高負荷であるものとし

る。)ノード装置#5に負荷が集中してしまう。この場合、ATMスイッチ3の処理能力にもよるが、全ての通信を処理しきれなくなる可能性がある(パケットロスが発生する)。

【0048】このような負荷の集中を回避するために、ノード装置の順番(転送順番)を換える手法を採る。すなわち、図7(B)に示すように、ノード装置#1→ノード装置#7→ノード装置#2→ノード装置#6→ノード装置#3→ノード装置#4→ノード装置#5→ノード装置#8の順番に変更する。このように、ノード装置間の転送順序を変更すれば、負荷の集中を回避できる。

【0049】この切換えは、ノード装置#7を構成する可変波長フィルタ2cの通過波長をノード装置#1の発振波長W1に、ノード装置#2を構成する可変波長フィルタ2cの通過波長をノード装置#7の発振波長W7に、という具合に設定すれば良いだけである。

【0050】(A-6)第1の実施形態の効果  
以上のように、第1の実施形態によれば、スターカブラを中心にスター状に配置された各ノード装置の可変波長フィルタ2cの通過波長を適当に設定し、その論理ネットワーク構成がリング状となるようにしたことにより、障害が生じて論理ネットワーク構成を変更してネットワークの停止を回避することができる。

【0051】また、波長多重数のノード装置を接続することができる、大規模な波長多重ネットワークシステムを実現することができる。

【0052】これにより、高速かつ大規模なネットワークにも適用でき、しかも、波長多重数の制限内であれば増設も容易なシステムを実現できる。

【0053】(B)第2の実施形態  
次に、本発明に係る波長多重ネットワークシステムの第2の実施形態を、図面を用いて説明する。

【0054】前述の第1の実施形態に係るのネットワークシステムにおいては、可変波長フィルタの切換えを誰が行うのかという問題がある。例えば、各ユーザがバラバラに行くとノード装置を経由しているパケットは迷子(何時までたっても宛先ノード装置に到着しない)なる事態も生じ得る。従って、全てを一括して切り替える必要がある。

【0055】そこで、この第2の実施形態においては、ネットワークシステム上にサーバを設け、サーバが全ての可変波長フィルタ2cの通過波長を切り替えるようにする。

【0056】(B-1)波長多重ネットワークシステム及びこれを構成するノード装置の構成

図1との対応、同一部分に、対応、同一符号を付して示す図8を用いて、サーバに接続されるノード装置の構成及びネットワークシステムの構成を説明する。図8から分かるように、この第2の実施形態は、サーバを、第1の実施形態の構成に加えた構成からなる。

【0057】まず、サーバの構成であるが、サーバは、ソフト的な処理を行うための端末5と、ハード的な処理を行うノード装置4とで構成されている。ソフトウェアの構成及びアルゴリズムはこの発明に直接は関係しないので、端末5の内部構成及びソフトウェアの説明は省略する。

【0058】ここでは、サーバが使用するノード装置(S)4の構成について説明する。図8に示すように、ノード装置(S)4は、電気/光変換器(LD2)4a、可変波長フィルタ4b、光/電気変換器(O/E)4c及びデマルチプレクサ(DEMUX)4dとで構成されている。

【0059】このうち、電気/光変換器(LD2)は、第1の実施形態において説明した電気/光変換器(LD2)と同様、1310nm帯の光波長で発振する発光手段である。可変波長フィルタ4bは、各ノード装置からの光信号を受信するために設けられたフィルタ手段であり、その通過波長は、周期的に切り替えられるようになっている。この点が第1の実施形態と異なる。

【0060】また、デマルチプレクサ(DEMUX)4dは、ATMスイッチ3において多重されたセルを分離し取り出す手段である。なお、図中では省略しているが、このデマルチプレクサ(DEMUX)4dの後段にはセレクトが設けられており、デマルチプレクサ(DEMUX)において分離されたセルをチャンネル別を選択するようになっている。

【0061】サーバの受信動作を、図9に示す。サーバは、図9に示すように、各ノード装置の波長W1~Wn及び各端末ごとに割り当てられたチャンネルを周期的に選択すること(スキャンすること)により、各ノード装置の下位階層に属する全ての端末の情報を受信するよう動作する。

【0062】ここで、選択の順番については、特別な法則はないが、例えば頻度の多いものについては、1周期の間に複数回選択するようにしても良い。逆に、頻度の少ないものについては、2周期に1回選択するというようにしても良い。すなわち、それぞれの頻度にあわせて、1周期の選択回数を調整すれば、ネットワークの効率を向上させることが可能である。

【0063】次に、ユーザ側に設けるノード装置2の構成について説明する。ノード装置2の構成は、基本的には第1の実施形態の構成と同一であるが、その構成にサーバからの一括制御を可能とする回路が付加されている点で異なっている。

【0064】すなわち、この実施形態におけるノード装置2においては、第1の実施形態における構成に加えて、スプリッタ2f、光/電気変換器(O/E)2g、制御回路2h及び電気/光変換器(LD2)を設けた構成となっている。

【0065】このうち、スプリッタ2fは、1310nm

m帯の光波長と、1550nm帯の光波長を分けるための分光手段である。ここで、1310nm帯の光波長は制御系の信号であり、1550nm帯の光波長はデータ系の信号である。

【0066】制御回路2hは、サーバからの制御信号に基づいて可変波長フィルタ2cの通過波長の設定変更やATMスイッチ3の切換制御を実行するよう構成されている。このため、制御回路2hには、ヘッダ情報に基づいて、入力された信号を、可変波長フィルタ2cの制御信号とATMスイッチ3の制御信号に分ける機能が設けられている。

【0067】制御回路2hの内部構成を図10に示す。制御回路2hは、ヘッダ判定回路2h1、セクタ2h2、セル（パケット）分離回路2h3及び切換制御回路2h4の4つの回路から構成されている。

【0068】ここで、ヘッダ判定回路2h1は、入力されたセルを後段のセクタ2h2に送出する一方、セルのヘッダ情報に基づいてセクタ2h2を制御する手段である。

【0069】セクタ2h2は、ヘッダ判定回路2h1の制御に基づいて、入力されたセルの出力先を切り換える手段であり、入力セルが可変波長フィルタ2cを制御するセルである場合には、セル分離回路2h3に出力し、ATMスイッチ3を制御するセルである場合には、電気／光変換器（LD2）2iに出力するようになっている。なお、変換後の光信号は、ATMスイッチ3に与えられる。

【0070】セル分離回路2h3は、可変波長フィルタ2cの制御セルから制御データを抜き出す回路である。切換制御回路2h4は、抜き出された制御データに基づいて、可変波長フィルタ2cの通過波長を切換制御する切換信号を生成し、これを出力するようになっている。

【0071】以上の構成により、この波長多重ネットワークシステムの論理的なシステム構成は、図11に示すような構成になる。第1の実施形態に係るネットワークシステムの論理構成を表した図2と比較すれば分かるように、この第2の実施形態に係るネットワークシステムの場合には、リング状に接続されたユーザ側のノード装置#1～#8のいずれもが、サーバ側のノード装置

（S）4と全て接続された構成になっている。

【0072】（B-2）通過波長の切換動作  
続いて、この第2の実施形態に係る波長多重ネットワークシステムによる波長の切換動作について説明する。なお、光セルの交換動作は、第1の実施形態と同様であるため、その部分についての説明は省略する。

【0073】ここでは、サーバがノード装置から警報信号を受信し、ノード装置の異常を検知したものとする。この場合、サーバは、図9に基づいて各波長の全チャンネルを周期的にスキャンすることにより、その時点でのトラフィック状況を把握し、通信が途切れたタイミングで、

ユーザ側のノード装置2に、その可変波長フィルタ2cの通過波長の切換えを指示する制御セルを送信する。なお、ATMネットワークシステムの場合は、呼を設定してからデータ転送を行うので、呼の設定を止めてから、可変波長フィルタ2cの通過波長を制御する制御セルを送信する。

【0074】ここで、送信される制御セルのデータには、切換えを行うノード装置の情報とそのノード装置が切り替える波長情報が含まれている。

【0075】図12は、ノード装置#3に障害があった場合を示している。ノード装置#3が警報信号を出力し、サーバはこの信号を受信する。そして、スキャンによりトラフィックを確認し、適切なタイミングで、ノード装置#4に切換信号を出力する。ノード装置#4はサーバからの信号により、可変波長フィルタ2cの通過波長をそれまでのW3からW2に変更する。これにより、ネットワークの停止が回避される。

【0076】なお、トラフィックの状況に応じて経路（光パス）を切り替える方法は困難である。なぜなら、切換え時に伝送路は瞬断されるからである。従って、トラフィックの集中による切換えは、ある程度の予測をして行うしかない。

【0077】（B-3）第2の実施形態の効果

以上のように、第2の実施形態によれば、サーバがネットワークシステムの全体を管理し、異常発生時等においては、サーバがユーザ側にあるノード装置2の可変波長フィルタ2cの通過波長をその管理の下で切り換えるので、ノード装置障害の回避を迅速かつ的確に行うことができる。

【0078】（C）第3の実施形態

次に、本発明に係る波長多重ネットワークシステムについての第3の実施形態を、図面を用いて説明する。なお、この実施形態は、前述の第2の実施形態に係るシステム構成を前提とする実施形態であり、具体的には、任意のユーザ端末間における通信を実現する通信方式についての実施形態である。従って、その基本構成及び動作内容は、第2の実施形態の場合と同じである。

【0079】（C-1）通信方式

ここでは、図20及び図21を用いて、ユーザ端末間での通信手順を説明する。なお、図20は、サーバとユーザ端末との間に形成される通信経路を表しており、図21は、ユーザ1がユーザ2に対してデータ転送を行う際に実行される通信手順の概要を表している。

【0080】サーバは、可変波長フィルタ4bとデマルチプレクサ（DEMUX）4dのセクタを周期的に切り替えることにより、受信するノード装置（波長）とチャンネルとの組み合わせを順次切り換えており、組み合わせで特定されるユーザ端末からサーバへの通信データがあるかスキャンしている。

【0081】ところで、ユーザ端末1は、サーバから自

10

20

30

40

50

装置の要求セルが受信されたことの確認が通知されるまで、要求セルを繰り返し送信し続けている。

【0082】やがて、サーバが受信するチャネルがユーザ端末1のチャネルと一致し、ユーザ端末1の要求セルが受信される。

【0083】すると、サーバは、スキャン動作を継続する一方で、ユーザ端末1に対して当該端末からの要求セルを正常に受信したことを通知するACK（受信の応答）を、マルチキャスト方式でユーザ端末1へ応答する。

【0084】ユーザ端末1は、このACKを受信すると、要求セルの送信を止める。

【0085】一方、サーバは、このACKの送信に続いて、呼を設定するために必要な設定セル（要求の通知と、ATMスイッチの設定）を、マルチキャスト方式で送信する。これらが双方のユーザ端末1及び2に達した時点で、両者間に呼が設定される。

【0086】かかる後、ユーザ端末1はユーザ端末2に対してデータの転送を開始する。以上が、ユーザ間での通信時に実行される通信手順の様子である。

【0087】（C-2）第3の実施形態の効果  
以上のように、第3の実施形態によれば、全てのユーザ端末がサーバとアクセスできることにより、通信開始に先立って呼の設定が可能となる。

【0088】また、同じネットワーク内で、サーバと通信できるので、ネットワークの設置が簡易である。

【0089】（D）第4の実施形態  
続いて、本発明に係る波長多重ネットワークシステムの第4の実施形態を、図面を用いて説明する。なお、この実施形態についても、前述の第2の実施形態に係るシステム構成を前提とする実施形態であり、サーバノード装置の構成を異にする点を除く他の構成については、第2の実施形態の構成と同様である。従って、以下の説明では、その相違点についてのみ説明する。

【0090】（D-1）サーバノード装置の構成  
図15に、本実施形態に係るサーバノード装置（S）4'の構成を示す。なお、図15は、図8との対応、同一部分に、対応、同一符号を付して示すものである。

【0091】図15から分かるように、この実施形態に係るサーバノード装置（S）4'は、第2の実施形態で説明したサーバノード装置（S）の構成に加え、セルのヘッダを識別するバーチャルチャネル（VC）フィルタ4e、バッファ4f、セレクタ4g及びトラヒック状況を監視するモニタ回路4hを新たに設けた点で異なっている。

【0092】なお、デマルチプレクサ（DEMUX）4dにおいて分岐された各チャネルのセルは、それぞれ対応する信号線を介してVCフィルタ4e及びセレクタ4gに与えられるようになっている。

【0093】また、バッファ4fは、サーバ宛てのセル

が複数同時に到着した場合に、セル廃棄を生じさせないために設けられている。

【0094】（D-2）サーバノード装置の受信動作  
次に、以上の構成のサーバノード装置を有する波長多重ネットワークシステムにおける動作を説明する。ただし、サーバノード装置4'以外の動作内容は、第2の実施形態と同様であるので、ここでは、相違点についてのみ説明する。

【0095】サーバノード装置4'を構成する可変波長フィルタ4bには、スターコプラ1上で多重された複数の波長が入力されている。ここで、可変波長フィルタ4bの通過波長は、サーバ端末5から与えられる制御信号により周期的に切り換えられているので、多重されている波長のうちいずれか一つの波長のみが、周期的に後段の光/電気変換器（O/E）4cに出力される。

【0096】ところで、各波長には、当該波長に対応するノード装置の下位階層に属する端末一つ一つに対応する複数のチャネルのセルが多重されているのであるが、これらは、デマルチプレクサ（DEMUX）4dにおいて分離される。

【0097】デマルチプレクサ（DEMUX）で分離された多重セルは、VCフィルタ4e及び4gに与えられる。ここで、VCフィルタ4eは、セルヘッダからサーバ宛てのセルのみを通過させる。すなわち、図16から分かるように、大量のデータの中から必要なセルだけを抜き取る（セル「1」、「2」、「3」、「4」が抜き取り、斜線で表されたセルは廃棄する。）。

【0098】このことは、この第4の実施形態の場合には、第2の実施形態のように全てのチャネルについてスキャンをする必要がなくなることを意味する。従って、スキャン時間は、可変波長フィルタ4bで行う波長スキャンの時間だけになり、第2の実施形態に比してより高速な動作を保証できる。例えば、ネットワークで用いる波長を16波長とし、さらに、1波長当たりの読み込み時間を2msとすると、1周期に要する時間は、32msで良い。

【0099】次に、トラヒック状況の監視動作について説明する。前述したように、本実施形態においては、デマルチプレクサ（DEMUX）4dにおいて分離された多重セルを、セレクタ4gに入力させているが、このセレクタ4gは、周期的に各チャネルを選択し、選択されたチャネルのセルをモニタ回路4hでカウントする。カウント結果は、モニタ回路4hからサーバ端末に渡されることになり、サーバ端末でのトラヒック状況の監視が可能となる。

【0100】なお、図15では、セレクタ4gの切換信号をサーバ端末から与えているが、この切換信号については、ノード装置内でタイマーを用いて生成されたものを与えるようにしても良い。しかし、サーバ端末から与えるようにしておけば、選択の間隔をフレキシブルに設



定できる利点がある。

【0101】(D-3) 第4の実施形態の効果  
以上のように、第4の実施形態によれば、サーバノード装置4'におけるスキャン動作を、選択波長のスキャンのみとし、チャンネルのスキャン動作を行わずに済むので、スキャンに要するトータルの時間を短くすることができる。すなわち、呼接続に要する時間の短縮を実現できる。

【0102】(E) 第5の実施形態

続いて、本発明に係る波長多重ネットワークシステムの第5の実施形態を、図面を用いて説明する。

【0103】この第5の実施形態に係る波長多重ネットワークシステムは、第1の実施形態に係るネットワーク構成を2重に設置したことを特徴とするものである。すなわち、ネットワーク構成の2重とすることにより、負荷の集中を分散させ効率よく通信することを実現すると共に、片方の系が故障しても、もう一方の系が正常であれば、通信効率は落ちるかもしれないが他ノード装置とのアクセスを可能とするものである。

【0104】(E-1) 波長多重ネットワークシステム及びこれを構成するノード装置の構成

図1との対応、同一部分に、対応、同一符号を付して示す図17を用いて、ノード装置の構成及びネットワークシステムの構成を説明する。

【0105】前述の説明及び図17から分かるように、第5の実施形態に係るネットワークシステムは、2つのスターカプラ1を中心とする2重のスター状ネットワーク(物理ネットワーク上)で構成されている。

【0106】このため、各ノード装置2には、第1の実施形態で説明したノード装置の構成が、各スター状ネットワークに対応して2系統用意されている。すなわち、本実施形態に係るノード装置2の送信系は、一対の光/電気変換器(O/E)2a1及び2a2と、電気/光変換器(LD1、LD2)2b1及び2b2とで構成されている。また、ノード装置2の受信系は、一対の可変波長フィルタ2c1及び2c2と、光/電気変換器(O/E)2d1及び2d2と、電気/光変換器(LD3、LD4)2e1及び2e2とで構成されている。

【0107】なお、送信系の電気/光変換器(LD1、LD2)2b1及び2b2は、いずれも1550nm帯の光波長を発振する発光手段であり、受信系の電気/光変換器(LD3、LD4)2e1及び2e2は、いずれも1310nm帯の光波長を発振する発光手段である。

【0108】ところで、送信系の光/電気変換器(O/E)2a1及び2a2と、受信系の電気/光変換器(LD3、LD4)2e1及び2e2は、第1の実施形態においても説明したように、ノード装置2とATMスイッチ3とのインタフェースを、光信号とする場合に必要となるインタフェース回路であり、電気信号をインタフェースとする場合には不要である。

【0109】なお、やはりこの実施形態の場合も、ノード装置2とATMスイッチ3とのインタフェースには、光信号を用いるものとして説明する。これは、インタフェース部分の伝送速度が高速であるとエラーレートが大きくなるためである。

【0110】(E-2) 物理ネットワーク上から見たセルの交換動作

続いて、以上の構成を有する波長多重ネットワークシステムにおいて実行される光セルの交換動作を説明する。

【0111】各ノード装置には、その下位階層に位置するATMスイッチ3から、それぞれ別の系統を介して独立に、1310nm帯の光信号が入力される。当該光信号は、それぞれ対応する系統の光/電気変換器(O/E)2a1及び2a2を用いて電気信号に一旦変換された後、電気/光変換器(LD1、LD2)2b1及び2b2によって1550nm帯の光信号に変換され、スターカプラ1へと出力される。

【0112】ここで、電気/光変換器(LD1、LD2)2b1及び2b2のそれぞれから出力される光信号の波長はいずれも同一である。なお、この光信号の波長は、各ノード装置ごとに固有の波長が割り当てられている。これら各ノード装置2から出力される光信号の波長間隔は、波長多重技術にもよるが、現状は0.8nm間隔である。

【0113】このように、各ノード装置から少しづつ波長を異にする光信号が出力され、2つのスターカプラ1上で別々に多重される。

【0114】このように、スターカプラ1上で多重された光信号W1~Wnは、スターカプラ1からノード装置2に入力されることになるが、第1の実施形態の場合と同様、各ノード装置を構成する可変波長フィルタ2c1及び2c2の通過波長と一致する波長の光信号のみが選択され、当該フィルタを通過する。

【0115】そして、選択された光信号は、光/電気変換器(O/E)2d1及び2d2で電気信号に変換され、それぞれ、電気/光変換器(LD3、LD4)2e1及び2e2において1310nm帯の光信号に変換されてATMスイッチ3へ出力される。当然のことながら、この第3の実施形態の場合にも、波長多重数分のノード装置を接続することが可能である。

【0116】なお、光ネットワークシステムにおいては、システムを構成する各光デバイスにおいてそれぞれ光信号の減衰が発生するので、これを光増幅器で補う手法が採られる。しかし、光増幅器には増幅できる光波長帯域制限があり、現状では30nm程度である。

【0117】従って、この範囲内で、波長間隔0.8nmで波長多重を行うことにすると、その多重度は32波程度となる。すなわち、32台のノード装置をネットワークに接続することができる。

【0118】(E-3) 可変波長フィルタの設定方法

さて、第 1 の実施形態においても説明したように、この実施形態に係るネットワークシステムは、各ノード装置を構成する可変波長フィルタ 2 c の通過波長を適当に選択すれば、各ノード装置が論理的にはリング状に繋がるようにできる。

【0 1 1 9】すなわち、第 3 の実施形態の場合には、図 1 8 に示すように、その論理的なネットワーク構成は、2 重リング形状となる。ただし、この図 1 8 の場合には、各ノード装置を構成する 2 つの可変波長フィルタ 2 c 1 及び 2 c 2 の通過波長としてそれぞれ別の波長を設定しており、論理ネットワーク状での伝送方向が互いに逆向きとなるようにしている。

【0 1 2 0】勿論、通過波長の選択は自由であり、2 つの可変波長フィルタ 2 c 1 及び 2 c 2 共に、同じ通過波長としても良い。いずれにしても、可変波長フィルタ 2 c 1 及び 2 c 2 の通過波長を変更すれば、物理的なネットワーク構成に変更を加えることなく、自由に論理ネットワーク構成を変更することができる。

【0 1 2 1】(E-4) 論理ネットワーク上から見たセルの交換動作  
続いて、ノード装置間のデータ転送動作を、図 1 9 を用いて説明する。ここでは、ノード装置 # 2 に接続されている端末 # 1 とノード装置 # 4 に接続されている端末 # 2 との間で、双方向でデータを転送する場合について説明する。

【0 1 2 2】まず、端末 # 1 から出力されたセルは、ノード装置 # 2 の A T M スイッチ 3 で宛先を判別され、ノード装置 # 2 に対して時計回り（右回り）の送信側へ出力される。また、一方の端末 # 2 から出力されたセルは、ノード装置 # 4 の A T M スイッチ 3 で宛先を判別され、ノード装置 # 4 に対して反時計回り（左回り）の送信側へ出力される。

【0 1 2 3】このように、端末 # 1 から出力されたセルは、次に、ノード装置 # 2 からノード装置 # 3 へ転送され、ノード装置 # 3 に接続されている A T M スイッチ 3 に出力される。一方、端末 # 2 から出力されたセルも、ノード装置 # 4 からノード装置 # 3 へ転送され、ノード装置 # 3 に接続されている A T M スイッチ 3 に出力される。

【0 1 2 4】ノード装置 # 3 の A T M スイッチ 3 では、各セルについて、そのヘッダから宛先を判別すると、ノード装置 # 3 の対応する送信系へと戻す（端末 # 1 から出力されたセルについては時計回り（右回り）の送信系に、端末 # 2 から出力されたセルについては反時計回り（左回り）の送信系へ出力する）。

【0 1 2 5】さらに、端末 # 1 から出力されたセルは、ノード装置 # 3 からノード装置 # 4 へ転送され、ノード装置 # 4 に接続されている A T M スイッチ 3 に出力される。また、端末 # 2 から出力されたセルは、ノード装置 # 3 からノード装置 # 2 へ転送され、ノード装置 # 2 に

接続されている A T M スイッチ 3 に出力される。

【0 1 2 6】そして、端末 # 1 から出力されたセルは、最終的に、ノード装置 # 4 に接続されている A T M スイッチ 3 で宛先を判別され、端末 # 2 へ到達する。一方、端末 # 2 から出力されたセルは、最終的に、ノード装置 # 2 に接続されている A T M スイッチ 3 で宛先を判別され、端末 # 1 へ到達する。

【0 1 2 7】このように、端末から出力されたセルは、1 又は複数のノード装置 2 及び A T M スイッチ 3 を介して目的とする端末に到達する。なお、上述の双方向データ転送は、図 1 9 に示す端末 3 及び 4 間のように、2 重リング内の別のノード装置間でも同時に行うことが可能である。

【0 1 2 8】(E-5) 経路（光バス）の切換方法  
続いて、故障等の発生時における経路の切換方法について説明する。経路切換の発生原因は 2 種類ある。一方はノード故障によるもの、もう一方はトラヒック（負荷）の集中によるものである。

【0 1 2 9】まず、ノード故障の場合における経路の切換方法を、図 2 0 及び図 2 1 を用いて説明する。例えば、図 2 1 におけるノード装置 # 7 の時計回り（右回り）用受信系又は送信系が故障した場合、ノード装置 # 6 からノード装置 # 8 への通信経路が途切れてしまう。すなわち、時計回り（右回り）のネットワークが停止してしまう。

【0 1 3 0】この場合、ノード装置 # 7 を転送経路から外すことができれば問題を解決できる。外し方は、ノード装置 # 6 の通過波長については何ら変更を加えず、ノード装置 # 8 の時計回り（右回り）用可変波長フィルタ 2 c の選択波長をノード装置 # 6 が発振する波長に切り替えれば良い。

【0 1 3 1】このように切り換えると、物理的にはノード装置 # 6 からノード装置 # 7 へ、ノード装置 # 7 からノード装置 # 8 へ転送しているように見えるが、論理的には図 2 1 のようにノード装置 # 7 を時計回り（右回り）のリングから外してノード装置 # 6 からノード装置 # 8 へ転送していることになる。

【0 1 3 2】なお、反時計回り（左回り）のリングについては、障害が発生していないため、ノード装置 # 7 に接続されている端末は、ネットワークから切り放されることはない。

【0 1 3 3】次に、トラヒックが集中した場合における経路の切換方法を、図 2 2 及び図 2 3 を用いて説明する。図 2 2 においては、ノード装置 # 1 とノード装置 # 6 との間の双方通信、ノード装置 # 8 からノード装置 # 7 への通信、さらにノード装置 # 5 からノード装置 # 8 への通信が発生した場合（但し、各通信は高負荷であるものとする。）、経路が重なったノード装置 # 7 とノード装置 # 8 間で負荷が集中し、セルロスが発生するおそれがある。

【0 1 3 4】このような負荷の集中を回避するために、ノード装置の順番(転送順番)を換える手法を採る。すなわち、図 2 3 のように、時計回り(右回り)の経路を、ノード装置# 1→ノード装置# 2→ノード装置# 3→ノード装置# 4→ノード装置# 5→ノード装置# 7→ノード装置# 8→ノード装置# 6 とし、反時計回り(左回り)の経路を、ノード装置# 1→ノード装置# 6→ノード装置# 8→ノード装置# 7→ノード装置# 5→ノード装置# 4→ノード装置# 3→ノード装置# 2 の順番に変更する。このように、ノード装置間の転送順序を変更すれば、負荷の集中を回避できる。

【0 1 3 5】この切換えは、時計周り(右回り)のリングでは、ノード装置# 7 を構成する可変波長フィルタ 2 c をノード装置# 5 の発振波長 W 5 に、ノード装置# 6 を構成する可変波長フィルタ 2 c の通過波長をノード装置# 8 の発振波長 W 8 に、ノード装置# 1 を構成する可変波長フィルタ 2 c の通過波長をノード装置# 6 の発振波長 W 6 に設定すれば良い。

【0 1 3 6】また、反時計回り(左回り)のリングでは、ノード装置# 6 を構成する可変波長フィルタ 2 c の通過波長をノード装置# 1 の発振波長 W 1 に、ノード装置# 8 を構成する可変波長フィルタ 2 c の通過波長をノード装置# 6 の発振波長 W 6 に、ノード装置# 5 を構成する可変波長フィルタ 2 c の通過波長をノード装置# 7 の発振波長 W 7 に設定すれば良い。このとき、ノード装置間での転送順番は、図 2 4 のようになる。

【0 1 3 7】(E-6) 第 5 の実施形態の効果  
以上のように、第 5 の実施形態によれば、リング構成を 2 重とし、それぞれ個別に設定された転送経路に基づいて、セルの転送を実現できるようにしたことにより、ノード装置等に障害が発生した場合における、論理ネットワークの変更の自由度をより高めることができる。

【0 1 3 8】これにより、障害が発生したノード装置に接続されている端末は、ネットワークから切り放されることなく、障害を回避することができる。

【0 1 3 9】また、双方向高負荷通信が発生した場合でも、最適な論理的ネットワークを再構成することにより、トラヒックの集中を同様に回避することができる。

【0 1 4 0】さらに、波長多重数分のノード装置の接続が可能であるため、高速かつ大規模なネットワークを構築でき、波長多重数の制限内であれば増設もできる。

【0 1 4 1】(F) 他の実施形態

なお、上述の第 5 の実施形態においては、第 1 の実施形態に係るネットワークシステムを 2 重に設ける場合について述べたが、これに限らず、第 2 ~ 第 4 の実施形態に係るネットワークシステムを 2 重に設ける場合にも適用し得る。なお、この場合には、2 つのサーバを統括する端末を用意しても良い。

【0 1 4 2】また、上述の第 5 の実施形態においては、ネットワークシステムを 2 重構成としたが、勿論これに

限られるものではなく、3 つ以上のネットワークシステムを多重しても良い。

【0 1 4 3】さらに、上述の第 1 ~ 第 5 の実施形態においては、セルを転送する場合について述べたが、パケットを転送する場合や、フレームを転送する場合等においても適用し得る。

【0 1 4 4】

【発明の効果】上述のように、本発明によれば、光波長多重ネットワークシステムを構成する複数のノード装置のそれぞれに、(1) 電気信号を、各ノード装置に固有の波長を有する光信号に変換して出力する電気/光変換手段と、(2) 各ノード装置における電気/光変換手段から出力されスターカプラにおいて多重された光信号のうち、論理ネットワーク構成がリング状になるように予め設定された特定波長の光信号のみを通過させるフィルタ手段と、(3) フィルタ手段を通過した光信号を、電気信号に変換する光/電気変換手段とを備え、物理的にはスター型の構成を採るネットワークシステムを、リング型のネットワークシステムとして用いることにより、通信経路の変更が容易で、かつ、ネットワークシステムの大規模化にも適した光波長多重ネットワークシステムを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施形態に係る波長多重ネットワークシステムの物理的なネットワーク構成を示すブロック図である。

【図 2】第 1 の実施形態に係る波長多重ネットワークシステムの論理的なネットワーク構成を示すブロック図である。

【図 3】データ転送時の通信経路を示すブロック図である。

【図 4】障害の発生例を表した図である。

【図 5】選択波長変更後の論理ネットワークの構成を示す図である。

【図 6】負荷の集中例を示す図である。

【図 7】選択波長の変更と、変更後の論理ネットワークの構成を示す図である。

【図 8】第 2 の実施形態に係る波長多重ネットワークシステムの物理的なネットワーク構成を示すブロック図である。

【図 9】サーバノード装置において実行される波長とチャネルのスキャンの順番を表した図表である。

【図 1 0】制御回路の内部構成を示すブロック図である。

【図 1 1】第 2 の実施形態に係る波長多重ネットワークシステムの論理的なネットワーク構成を示すブロック図である。

【図 1 2】サーバノード装置による論理ネットワーク構成の自動切換動作の概念説明に供する図である。

【図 1 3】第 3 の実施形態に係る波長多重ネットワーク

システムの物理的なネットワーク構成と、端末及びサーバ間の通信経路を表したブロック図である。

【図 1 4】 ユーザ端末間での通信開始時に実行される通信手順を表した図である。

【図 1 5】 第 4 の実施形態に係る波長多重ネットワークシステムで用いるサーバノード装置の構成を示すブロック図である。

【図 1 6】 VC フィルタ及びバッファの動作説明に供する図である。

【図 1 7】 第 5 の実施形態に係る波長多重ネットワークシステムの物理的なネットワーク構成を示すブロック図である。

【図 1 8】 第 5 の実施形態に係る波長多重ネットワークシステムの論理的なネットワーク構成を示すブロック図である。

【図 1 9】 ユーザ端末間における双方向通信時の通信経路を表した図である。

【図 2 0】 障害の発生例を表した図である。

【図 2 1】 選択波長変更後の論理ネットワークの構成を示す図である。

【図 2 2】 負荷の集中例を示す図である。

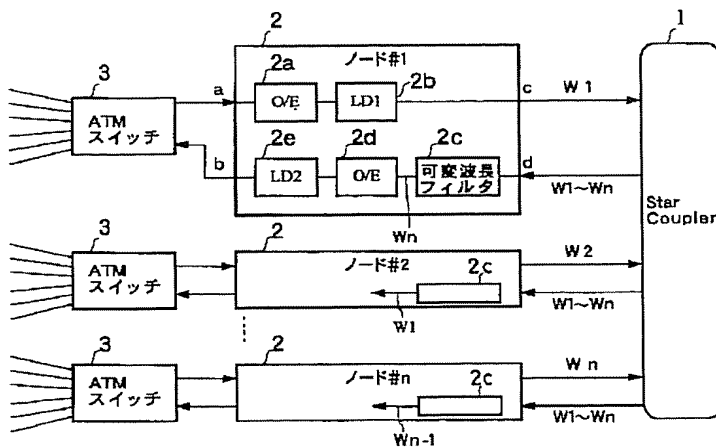
【図 2 3】 選択波長の変更例を示す図である。

【図 2 4】 選択波長変更後の論理ネットワークの構成を示す図である。

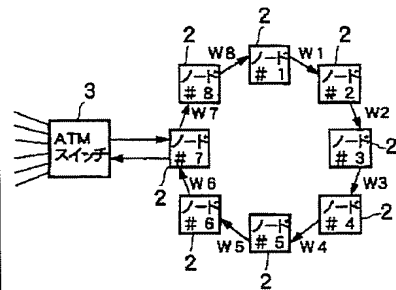
【符号の説明】

1…スターコプラ、2…ノード装置、3…ATMスイッチ、2a、2a1、2a2、2d、2d1、2d2、4c…光/電気変換器、2b、2b1、2b2、2e、2e1、2e2、4a…電気/光変換器、2c、2c1、2c2、4b…可変波長フィルタ、3…ATMスイッチ、4、4'…サーバノード装置、4d…デマルチプレクサ、4e…VCフィルタ、4f…バッファ、4g…セレクトラ、4h…モニタ回路、5…端末。

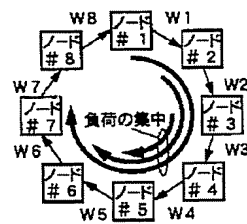
【図 1】



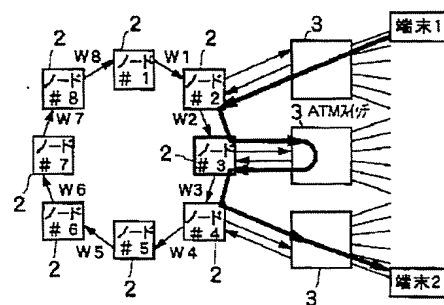
【図 2】



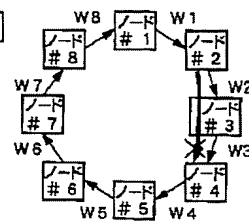
【図 6】



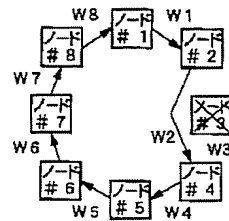
【図 3】



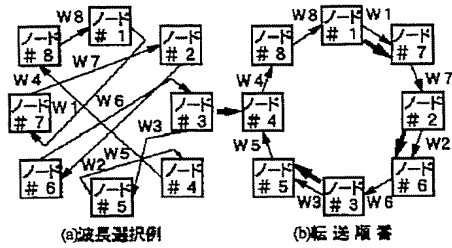
【図 4】



【図 5】



【図 7】

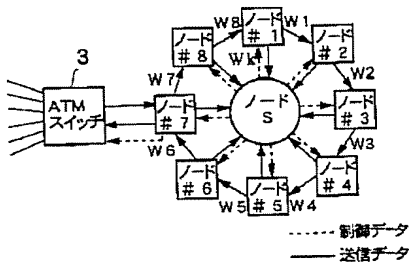


【図 9】

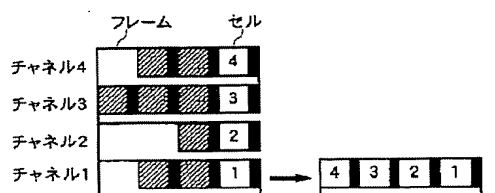
	波長					
	W 1	W 2	W 3	W 4	...	W n
ch 1	1	17	33	49	...	16Xn-15
ch 2	2	18	34	50	...	16Xn-14
ch 3	3	19	35	51	...	16Xn-13
ch 4	4	20	36	52	...	16Xn-12
ch 5	5	21	37	53	...	16Xn-11
ch 6	6	22	38	54	...	16Xn-10
ch 7	7	23	39	55	...	16Xn-9
ch 8	8	24	40	56	...	16Xn-8
ch 9	9	25	41	57	...	16Xn-7
ch10	10	26	42	58	...	16Xn-6
ch11	11	27	43	59	...	16Xn-5
ch12	12	28	44	60	...	16Xn-4
ch13	13	29	45	61	...	16Xn-3
ch14	14	30	46	62	...	16Xn-2
ch15	15	31	47	63	...	16Xn-1
ch16	16	32	48	64	...	16Xn

端末のチャネル

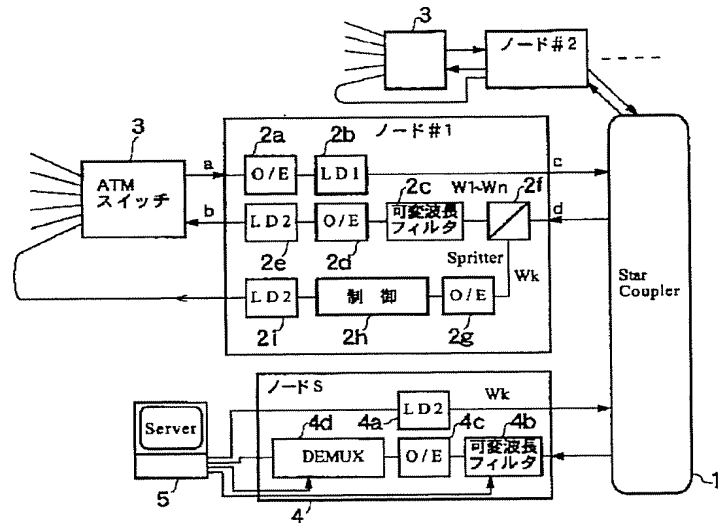
【図 11】



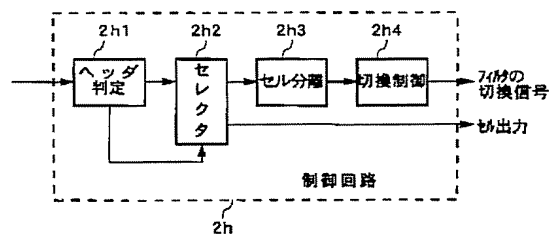
【図 16】



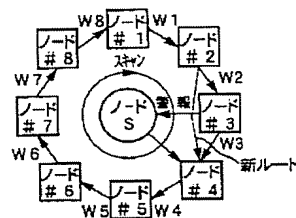
【図 8】



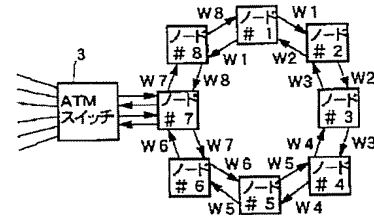
【図 10】



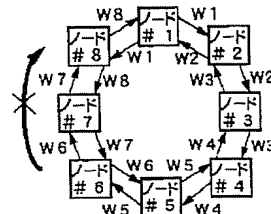
【図 12】



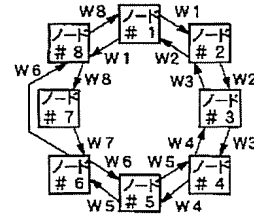
【図 18】



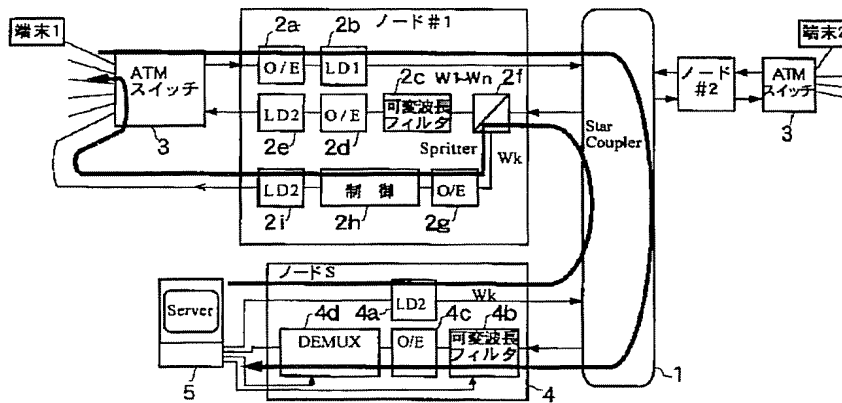
【図 20】



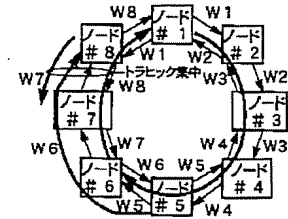
【図 21】



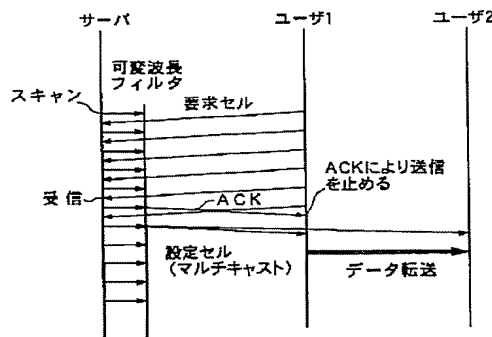
【図 1 3】



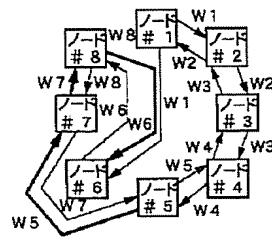
【図 2 2】



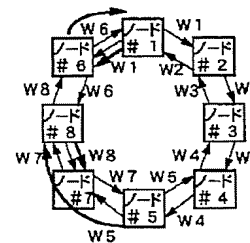
【図 1 4】



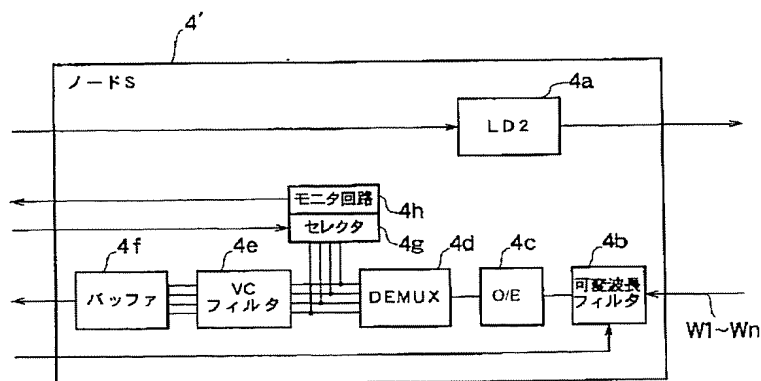
【図 2 3】



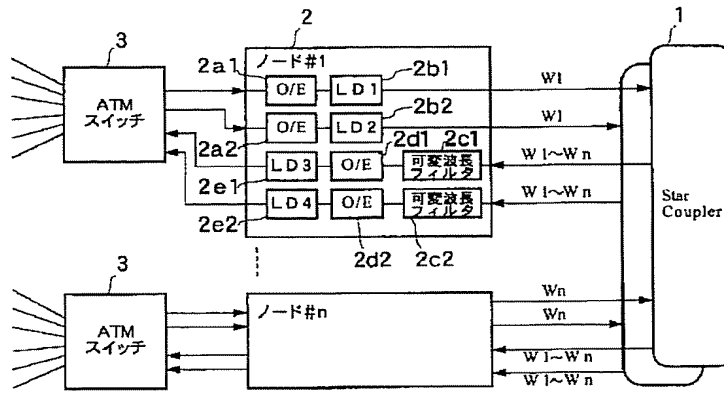
【図 2 4】



【図 1 5】



【図 17】



【図 19】

